Zamin Azmoon Group

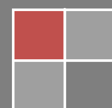
سنگ‌شناسی رسوبی

آمادگی آزمون کارشناس‌ارشد و دکتری زمین‌شناسی

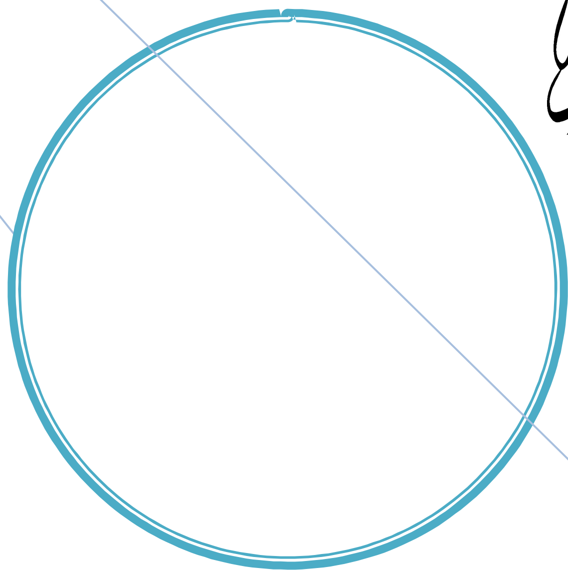
دکتر رامین صمدی

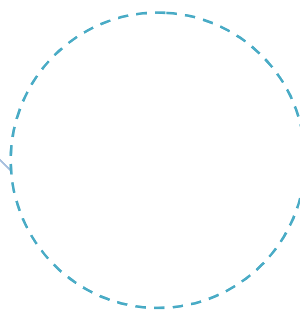
گروه آموزشی و پژوهشی زمین آزمون

Dr. Ramin Samadi
www.zaminazmoon.com



بسم الله الرحمن الرحیم









سنگ‌شناسی رسوبی

جزوات آمادگی آزمون کارشناسی‌ارشد و دکتری زمین‌شناسی

تألیف: دکتر رامین صمدی

بسمه تعالی

پیامبر خدا (صلی الله علیه و آله و سلّم) فرمودند:

هرگاه مؤمن یک برگه که روی آن علمی نوشته شده باشد از خود بر جای گذارد، روز قیامت آن برگه پرده میان او و آتش می شود و خداوند تبارک و تعالی به ازای هر حرفی که روی آن نوشته شده، شهری هفت برابر پهناورتر از دنیا به او می دهد.

سلام علیکم؛

ایزد دانا را سپاس می گوییم که ما را یاری بخشید تا بتوانیم در زمینه تحقق آرمان های علمی و میهنی خویش، گامی دیگر برداریم. «زمین آزمون» با هدف ایجاد بانک اطلاعاتی جزوات آمادگی آزمون کارشناسی ارشد و دکتری زمین شناسی و نیز کمک به دانشجویان و محققین این رشته در سال ۱۳۸۶ آغاز به فعالیت نمود. در این راه استادان و دانشجویان و پژوهشگران محترمی با هم فکری خود به ما یاری رسانده اند که اگر این هم فکری و کمک ها نبود شاید این مهم ناتمام می ماند.

اکنون به پاس ۱۰ سال تلاش صادقانه گروه آموزشی و پژوهشی زمین آزمون، هزاران امید و تلاش به ثمر نشسته است و فرهیختگان بسیاری همراه ما با موفقیت در دوره های کارشناسی ارشد و دکتری زمین شناسی تحصیل نموده اند. برای پاسداشت علم و ترویج علم مقدس زمین شناسی، گروه زمین آزمون کلیه جزوات آمادگی آزمون کارشناسی ارشد و دکتری زمین شناسی خود را به صورت وقف عام به همه فرهیختگان جامعه علمی زمین شناسی ایران تقدیم می نماید. شایسته است از زحمات آقای مهندس مجتبی رجبی، خانم دکتر نرگس شیردشت زاده، خانم مهندس پیترا محمودزاده، آقای مهندس رسول صادقی و دیگر بزرگواران تقدیر گردد. بی گمان این مجموعه از کاستی ها و نواقص احتمالی مبری نیست ولی می تواند مسیری روشن را پیرامون داوطلبان محترم و پژوهشگران گرامی بگشاید. پیروزی و موفقیت شما را در تمامی آزمون های زندگی آرزومندیم.

مدیر گروه مؤلفین زمین آزمون

دکتر رامین صمدی

سنگ‌شناسی رسوبی Sedimentary Petrology

این واژه در مورد رسوبات سخت شده به کار می‌رود و شامل آن دسته از رسوباتی است که در شرایط فشار و دمای کم سازمان‌دهی مجدد در دانه‌ها و سایر اجزاء شیمیایی و بیوشیمیایی صورت گرفته است (قبل از دگرگونی واقعی).

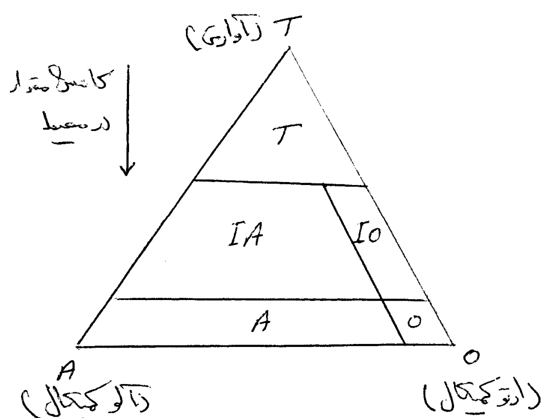
سنگ‌های رسوبی:

۱- رسوبات سیلیسی آواری: کنگومرا، برش، ماسه‌سنگ، گل‌سنگ.

۲- رسوبات بیوژنیک، بیوشیمیایی و آلی: آهک، چرت، فسفات و ...

۳- رسوبات شیمیایی: تبخیری، سنگ آهن‌دار و ...

۴- رسوبات آذرآواری: ایگنمبریت، توف، هیالوکلاستیت و ...



T: سنگ‌های آواری یا تریجنیوس از قبیل گل‌سنگ، شیل‌سنگ و کنگلومرا.

IA: آلوکمیکال ناخالص یا آواری ناخالص از قبیل شیل‌های فسیل‌دار.

Io: ارتو کمیکال ناخالص یا شیمیایی ناخالص از قبیل سنگ آهک‌های ریزبلور رس‌دار.

A: آلوکمیکال از قبیل آهک‌ها یا دولومیت‌های فسیل‌دار.

O: سنگ‌های ارتوکمیکال از قبیل سنگ آهک‌ها یا دولومیت‌های ریزبلور، انیدریت و چرت.

درصد در مقاطع چینه‌شناسی:

سنگ‌های شیمیایی ناخالص (IA ← ۱۰٪ - ۱۵٪)؛ (IO ← ۲٪ - ۵٪)

سنگ‌های شیمیایی خالص (A ← ۸٪ - ۱۵٪)؛ (O ← ۲٪ - ۸٪)؛ (T ← ۶۵٪ - ۷۰٪).

رخساره: توده یا بسته سنگ رسوبی با اشکال ویژه متمایز کننده را گویند.

نکته: به مقیاس اندازه رسوبات در صفحات بعد توجه کنید.

مقیاس اندازه دانه برای رسوبات و سنگ‌های رسوبی (ادون و ونت ورث):

واژه‌های رسوب و سنگ بر اساس اندازهٔ دانه		واژه‌های هر رده	فی	میلیمتر
		بولدرها		
			-۸	۲۵۶
		کابلها	-۷	۱۲۸
			-۶	۶۴
گراول				
رودایت			-۵	۳۲
رسوبات رودایتی		پبلها	-۴	۱۶
کنگلومراها			-۳	۸
برش‌ها			-۲	۴۰
			-۲	۴
		گرانولها		
			-۱	۲۰
	ماسه	خیلی درشت	۰	۱
ماسه	ماسه	درشت	۱	۰/۵
ماسه سنگ‌ها	ماسه	متوسط		
رسوبات آرنایتی	ماسه	ریز	۲	۰/۲۵
آرنایتها	ماسه		۳	۰/۱۲۵
	ماسه	خیلی ریز	۴	٪۶۲
گل‌سنگها	سیلت	درشت		
گل‌سنگها: سیلت	سیلت	متوسط	۵	۰/۳۱
گل‌سنگها: سیلتستون	سیلت	ریز	۶	۰/۱۶
گل‌سنگها	سیلت	خیلی ریز	۷	۰/۰۰۸
			۸	۰/۰۰۴
گل‌سنگها: رس		رس		
گل‌سنگها: سنگ رسی				

ذرات آلوکمیکال: نابرجا ← اُ اُ ئید، اینتراکلاست، پلت و ...

ذرات ارتوکمیکال: درجازا ← سیمان و ماتریکس

فرمول‌های فولک و ترسک: (پارامترهای اندازه دانه)

پارامتر	فرمول ترسک	فرمول فولک و وارد
میانه	$Md = P_{۵۰}$	$Md = \phi_{۵۰}$
حد متوسط	$M = \frac{P_{۲۵} + P_{۷۵}}{۲}$	$M = \frac{\phi_{۱۶} + \phi_{۵۰} + \phi_{۸۴}}{۳}$
جورشدگی	$S_o = \frac{P_{۷۵}}{P_{۲۵}}$	$\sigma\phi = \frac{\phi_{۸۴} - \phi_{۱۶}}{۴} + \frac{\phi_{۹۵} - \phi_{۵}}{۶/۶}$
کج شدگی	$Sk = \frac{P_{۲۵}P_{۷۵}}{Md^{۲}}$	$Sk = \frac{\phi_{۱۶} + \phi_{۸۴} - ۲\phi_{۵۰}}{۲(\phi_{۸۴} - \phi_{۱۶})} + \frac{\phi_{۵} + \phi_{۹۵} - ۲\phi_{۵۰}}{۲(\phi_{۹۵} - \phi_{۵})}$

فابریک: چگونگی ارتباط دو جانبه بین دانه با دانه‌های مجاور خود در یک سنگ رسوبی و فاصله بین آن‌ها در این تجمع را گویند.

انباشتگی: میزان نزدیکی و شدت فشردگی ذرات، ذرات لوزی وار (رومبوئدر) دارای انباشتگی بیشتر و تخلخل کمتر نسبت به تجمع مکعبی است.

توجه: با افزایش کرویت انباشتگی کمتر شده و تخلخل افزایش می‌یابد.

مچوریتی (بلوغ و رسیدگی):

مچوریتی کانی‌شناسی: هر چه سنگ دارای کانی‌های پایدار بیشتری باشد مچورتر است.

مچوریتی بافتی: تغییرات بافتی در رسوبات که وابسته به سه عامل است:

۱- وجود یا عدم وجود رس و مواد دانه‌ریز آواری در داخل سنگ

۲- جورشدگی دانه‌های آواری

۳- گردشدگی و کرویت

توجه: مهم‌ترین عامل مؤثر بر مچوریتی بافتی، انرژی مکانیکی محیط است.

۱- اگر سنگ دارای ۵٪< رس باشد؛ ایمچور یا نارس.

۲- اگر سنگ دارای ۵٪ > رس وجورشدگی و گردشدگی ضعیف، نیمه رسیده یا ساب مچور.

۳- جورشدگی خوب و گردشدگی ضعیف و رس ۵٪ >؛ رسیده و مچور

۴- جورشدگی و گردشدگی خوب رس ۵٪ >؛ خیلی رسیده یا سوپرمچور

توجه: مچوریتی یا رسیدگی رابطه مستقیم با ← گردشدگی و جورشدگی؛ عکس با ← میزان رس

توجه:

۱- رس کمتر از ۵٪ و گردشدگی خوب ← برگشتی بافتی

۲- رس کمتر از ۵٪ و جور شدگی خوب ← رسیده یا مچور

مچوریتی کانی‌شناسی = $\frac{\text{ذرات پایدار (کوارتز+ چرت)}}{\text{ذرات ناپایدار (خرده‌سنگ + فلدسپات)}}$

توجه:

در سنگ‌های نزدیک منشأ: مچوریتی کانی‌شناسی پایین

در سنگ‌های دور از منشأ: مچوریتی کانی‌شناسی بالا

مراحل مچوریتی بافتی (فولک، ۱۹۵۱):

مراحل مچوریتی‌بافتی			
سوپر مچور	مچور	ساب مچور	ایمچور
بدون رس	دارای‌رس کم	دارای‌رس کم	دارای‌رس زیاد
دانه ها دارای‌جورشدگی‌خوب	دانه ها دارای‌جورشدگی‌خوب	دانه ها دارای‌جورشدگی‌ضعیف	دانه ها دارای‌جورشدگی‌ضعیف
دانه‌ها گرد شده	دانه‌ها گرد نشده	دانه‌ها گرد نشده	دانه‌ها گرد نشده
زیاد	متوسط		کم
مجموع انرژی‌مصرف شده برای‌تشکیل			

ساخت‌های رسوبی: (کرومباین و سلاس ۱۹۶۳)

۱- ساخت رسوبی اولیه یا همزایشی یا سین ژنتیک:

قبل از سخت شدن، عدم دخالت فعل‌وانفعالات شیمیایی.

۲- ساخت رسوبی ثانویه یا اپی ژنتیک: (شیمیایی و فیزیکی)

شیمیایی:

۱- کنکرسیون: ساخت‌های توپی، دارای جنس متفاوت با ترکیب سنگ، توجه داشته باشید که ساختمان متحدالمرکز، شعاعی یا پرده‌ای، کنکرسیون حقیقی هستند.

۲- ندول: نوعی کنکرسیون فاقد هرگونه نظم و سازمان درونی.

۳- ندول سپتاریا: بیضوی شکل، دارای ترک‌های شعاعی که از مرکز شروع شده و به‌طرف حاشیه خروجی محومی شوند.

۴- ملیکاریا: چنانچه ندول تشکیل، سطح آن خشک و آب حذف شود و سپس ترک بر دارد و توسط مواد ثانوی پر شود، حال اگر مواد ثانوی حذف شوند ساختمان دیواره شکلی به نام ملیکاریا خواهیم داشت.

۵- ژئود: ساخت کروی حفره‌دار، دارای سطح خارجی کالسدونی.

۶- ساخت مخروط در مخروط: در هم رفته در اثر فشار وارده، غالباً کلسیتی که در رسوبات گلی دیده می‌شوند.

۶- استیلولیت: حالت مضرسی بر اثر فشار و انحلال.

توجه:

این بخش را به‌طور کامل در جزوه رسوب‌شناسی گروه زمین آزمون یا سنگ‌شناسی رسوبی پیام نور یا سنگ‌شناسی رسوبی تاکر مطالعه بفرمایید.

ذرات سنگ‌های رسوبی:

۱- آواری یا تریجنیوس: کوارتز، فلدسپات، خرده‌سنگ و کانی‌های سنگین.

۲- آلوکم ها یا دگرجازاها: اینتراکلاست، اائید، فسیل، پلت.

۳- اورتوکم ها یا درجازاها: رسوباتی که به‌صورت شیمیایی حقیقی ته‌نشین شده‌اند.

نکات:

پلوتونیکها کمترین قطعات خرده‌سنگی هستند.

منشأ میکروکلین و ارتوکلاز و کوارتز، گنیس و گرانیت است.

پایدارترین فلدسپاتها، فلدسپاتهای پتاسیم K دارند (Mic, Ort).

منشأ آذرین: روتیل، تورمالین، آپاتیت

منشأ دگرگونی: گارنت، اپیدوت، استارولیت

میکا فراوانی در منشأ: Bio

میکا فراوانی درگذشت زمان: Mus

کانی سنگین: پایدارترین زیرکان؛ ضعیف‌ترین: اپیدوت.

تقسیم‌بندی سنگ‌ها:

۱- رودایت: بزرگ‌تر از ۲ mm ← کنگلومرا یا برش (پسافیت)

۲- آرنایت: بین ۲ تا ۶۲ میکرون ← ماسه‌سنگ (پسامیت)

۳- لوتایت یا آرژیلی: کوچکتر از ۱/۱۶ □ ← گلسنگ (پلیت)

اثر موجود زنده بر روی رسوبات سخت نشده: بارووینگ

بر روی رسوبات سخت شده: بورینگ

توجه: بورینگ نشانه عدم رسوب‌گذاری است.

بررسی کوارتزها، فلدسپاتها، میکاها و کانی‌های رسی در جزوه رسوب‌شناسی آمده است.

دلایل فرسایش دوباره رسوبات:

۱- ماسه‌سنگی که تماماً از کوارتز است.

۲- حضور بالای کانی‌های فرعی پایدار نظیر: زیرکان، تورمالین و روتیل.

۳- گردی کامل دانه‌های کوارتز.

۴- تخریب سیمان سیلیسی ماسه‌سنگ (سیمان اولیه – سین تکسیال)

اجزاء / محیط رسوبی	لیتوکلاست	کوارتز	فلدسپات	کانی پایدار
ساحلی	٪۲	خیلی زیاد	تا ٪۱۰	خیلی زیاد
رودخانه‌ای	٪۱۵	کم	تا ٪۲۰	کم
دلتایی	٪۱۱	زیاد	متوسط	تقریباً زیاد

محدوده اندازه ذرات رسوبی و واژه‌های بکار رفته در مورد آن‌ها φ مقیاسی لگاریتمی است که توسط کرومباین از مقیاس ونت ورث اقتباس شده است؛ یعنی $\varphi=-\log_{2}^{d}$ که در آن d نشانه قطر ذره رسوبی برحسب mm است (کرومباین).

انواع متداول سنگهای آواری	واژه‌های اندازه (نام گروهی سنگ)		نوع ذرّه		قطربرحسب میلی‌متر	ϕ
کنگلومرا یا برش	پسفیتی (پسفیت)	رودایتی (رودایت)	گراول	بولدر	۲۵۶	۸-
				کابل	۶۴	۶-
				پبل	۴	۲-
				گرانول (سنگ‌ریزه)	۲	۱-
ماسه سنگ	پسامیتی	آرنایتی		ماسهٔ بسیار درشت	۱	۰
				ماسهٔ درشت	۰/۵	۱
				ماسهٔ متوسط	۰/۲۵	۲
				ماسهٔ ریز	۰/۱۲۵	۳
				ماسهٔ بسیار ریز	۰/۰۶۲۵	۴
سیلتستون				سیلت	۰/۰۰۳۹	۸
گل سنگ	پلیتی (پلیت)	لوتایتی یا آرژیلی		رس		

طبقه‌بندی سنگ‌های آواری بر اساس اندازه دانه‌ها (کرینن، ۱۹۴۸)

	انواع سنگها		
	۴-۶۴ میلی‌متر، اندازهٔ معمولی	کنگلومراها	رودایت
	۴> میلی‌متر، دانه‌ریز		
ماسه	۲۰٪ < ماسه‌ای		
رس	۲۰٪ < رسی		
پبل	۲۰٪ < کنلگومرایی	ماسه‌سنگها	آرنایت
پبل	۱۰-۲۰٪ پبلی		
	۱-۲ میلی‌متر، خیلی‌درشت		
	۰/۵-۱ میلی‌متر، درشت		
	۰/۲۵-۰/۵ میلی‌متر، متوسّط نرمال		
	۰/۱۲۵-۰/۵ میلی‌متر، ریز		
	۰/۱۲۵-۰/۲۵ میلی‌متر، ریز		
	۰/۰۶۳-۰/۱۲۵ میلی‌متر، خیلی‌ریز		
سیلت	۲۰٪ < سیلتی		
رس	۲۰٪ < رسی		
ماسه	۲۰٪ < سیلتستون ماسه‌ای	آواریهای دانه‌ریز	
	سیلتستون		
	شیل سیلتی		لوتایت
	شیل		

توجه:

۱- کنگلومرا: قطعات گراول

۲- آگلومرا: قطعات آتش‌فشانی

۳- فنگلومرا: رسوبان رودخانه فصلی که سخت شده‌اند

انواع کنگلومرا:

۱- آگلومرا: منشأ ولکانیکی

۲- ارتوکنگومرا: دانه فراوان

۳- پارا کنگلومرا: ماتریکس فراوان

جهت‌یابی دانه‌ها:

۱- در رودخانه: عمود یا شاید موازی

۲- در نواحی ساحلی: موازی

۳- در نواحی یخچالی: موازی

طبقه‌بندی انواع کنگلومراها (دیامیکتیتها و تیلایتها) و برش‌ها (پتی جان ۱۹۷۵).

<table>
<tr><td rowspan="4">اپی‌کلاستیک</td><td rowspan="4">خارج‌سازندی (قطعات آواری از خارج حوضه وارد می‌شود)</td><td rowspan="2">ارتوکنگلومرا (ماتریکس کمتر از ۱۵ درصد و فراوانی با دانه است)</td><td>قطعات کم ثبات کمتراز ۱۰ درصد</td><td>کنگلومرای ارتوکوارتزی (الیگومیکتیت) پبلها از یک نوع</td></tr>
<tr><td>قطعات کم ثبات بیشتراز ۱۰ درصد</td><td>کنگلومرای پترومیکتیت یا پلی میکتیت، پبلها از چند نوع</td></tr>
<tr><td rowspan="2">پاراکنگلومرا (ماتریکس بیش از ۱۵ درصد) یا دیامیکتیت (قطعات آواری فراوان)</td><td>ماتریکس لامینه‌ای</td><td>گلسنک یا آرژیلیت کنگلومرای لامینه‌ای</td></tr>
<tr><td>ماتریکس غیر لامینه‌ای</td><td>تیلایت (یخچالی)، گلسنگ پبلی (یخچالی)، تیلوئید (غیر یخچالی)، اولیستوستروم</td></tr>
<tr><td></td><td>درون‌سازندی (قطعات آواری از درون حوضه تأمین می‌شود)</td><td colspan="3">کنگلومرای درون‌سازندی و برشها (فراوانترین قطعهٔ آواری ذکر شود)</td></tr>
<tr><td>آذرآواری</td><td colspan="4">برشها از فورانهای انفجاری حاصل می‌شود</td></tr>
<tr><td>آتشفشانی</td><td colspan="4">برشها بیشتر از قطعات زاویه‌دار آتشفشانی تشکیل گردیده و از نظر ژنتیکی به برشهای آتشفشانی خودآواری، آذرآواری و اپی‌کلاستیک تقسیم‌بندی می‌شود</td></tr>
<tr><td rowspan="3">کاتاکلاستیک</td><td colspan="4">برشهای لغزشی (زمین‌لغزه) و ریزشی (slump)</td></tr>
<tr><td colspan="4">برشهای گسلی و برشهای حاصل از چین‌خوردگی (نتیجه فعالیت تکتونیکی در محل)</td></tr>
<tr><td colspan="4">برشهای فروریختگی و انحلالی (براثر انحلال مواد موجود در لایه‌های زیرین، نمک و آهک، حاصل می‌شود)</td></tr>
<tr><td>متئوریت</td><td colspan="4">برشهای اصابتی</td></tr>
</table>

نکات رودایت ها (>۲ mm) یا آواری‌های دانه‌درشت:

این سنگ‌ها شامل کنگلومرا: ذرات آن گراول، برش: ذرات آن رابل

کنگلومراها شامل درون حوضه‌ای و خارج از حوضه‌ای

کنگلومراها خارج از حوضه‌ای: ارتو (معمولی) با ۱۵٪> ماتریکس؛ ارتوکوارتزیت (مواد ناپایدار کم) پترومیکتیت (مواد ناپایدار زیاد).

کنگلومراها خارج از حوضه‌ای پارا با ۱۵٪ < ماتریکس

پارا کنگلومرا تیلایت: یخچالی ← پلودیت و تیلوئید: غیر یخچالی ← گرولتن.

پترومیکتیت تشکیل از یک جنس ← الیگومیکتیک یا مونوژنیک

پترومیکتیت تشکیل از چند جنس ← پلی میکتیک یا پلی ژنیک

تیل ها:

ارتو تیل: رسوبات یخچالی درجا

پارا تیل: رسوبات یخچالی نابرجا

انواع انفصال:

کنگلومرای درون سازندی ← دارای اهمیت کمتر

کنگلومرای قاعده‌ای ← دارای اهمیت بیشتر ← نشانه پیشروی

برش‌های کاتاکلاستیک: حرکت تکتونیکی، پیروکلاستیک: بعد از عمل آتش‌فشان

اپی کلاستیک (عوامل رسوبی):

خارج از محیط رسوبی: اکستراکلاست

داخل محیط رسوبی: اینترا کلاست

پیروکلاستیک (عوامل ولکانیکی):

برش ولکانیکی (بلوک) ← خروج مواد جامد

آگلومرا (بمب) ← خروج مذاب

کاتاکلاستیک (عوامل تکتونیکی): برش حاصل از چین، گسل، زمین‌لغزش واریزه‌های زیردریایی، انحلال، میلونیت.

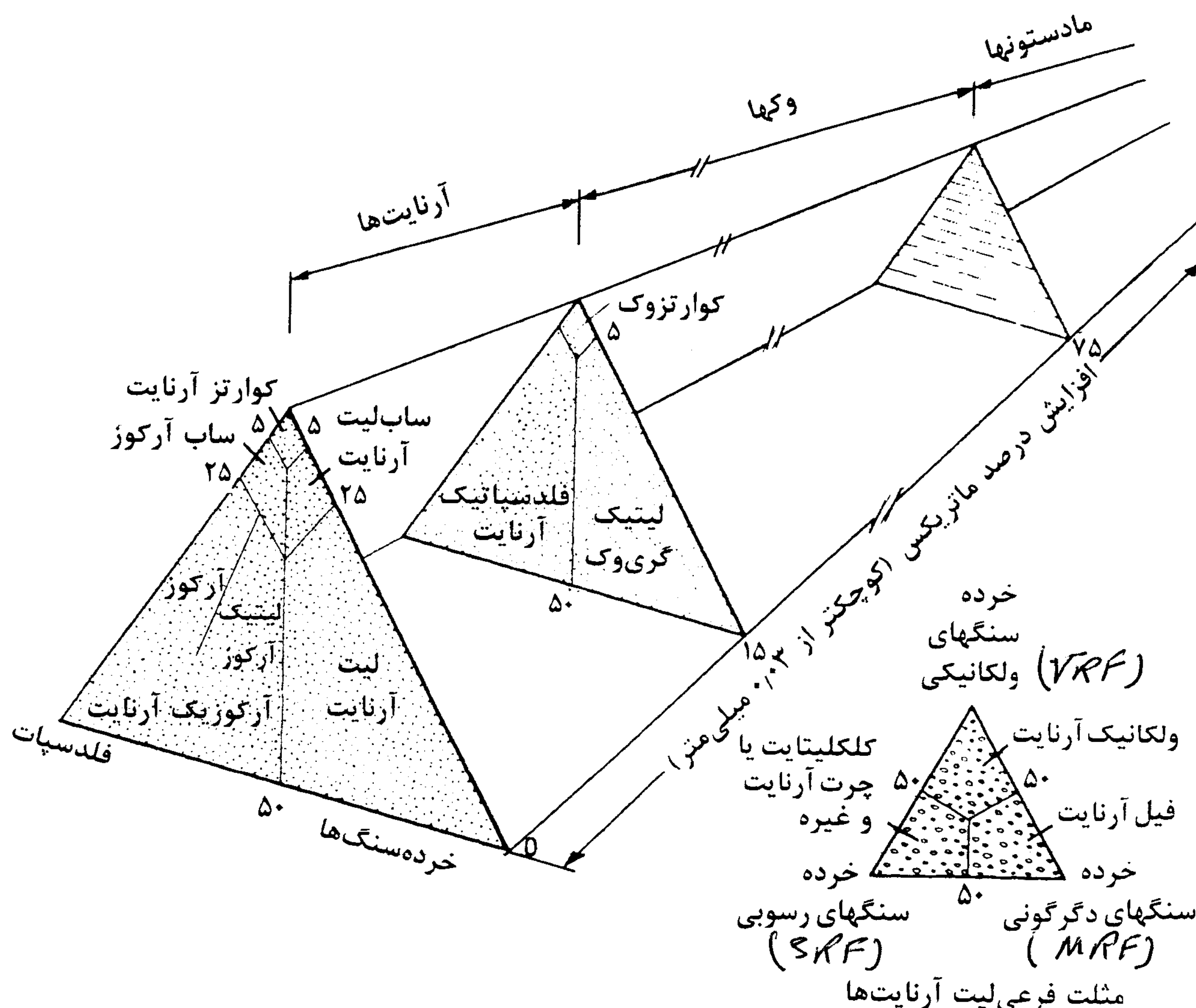
طبقه‌بندی پهنه جزر و مدی:

۱- فلاسر: ماسه زیاد ← محیط آشفته

۲- عدسی: گل زیاد ← محیط آرام

۳- موجی: میانه ← محیط حد واسط

طبقه‌بندی ماسه‌سنگ‌ها و تقسیم‌بندی فرعی لیت آرنایت ها (پتی جان ۱۹۸۷):



طبقه‌بندی ماسه‌سنگ‌ها بر اساس بافت و ترکیب کانی‌شناسی آن‌ها صورت گرفته است.

پتی جان:

۱- ماتریکس ۱۵٪ - ۰ ← آرنایت ها

۲- ماتریکس ۷۵٪ - ۱۵٪ ← وکی ها

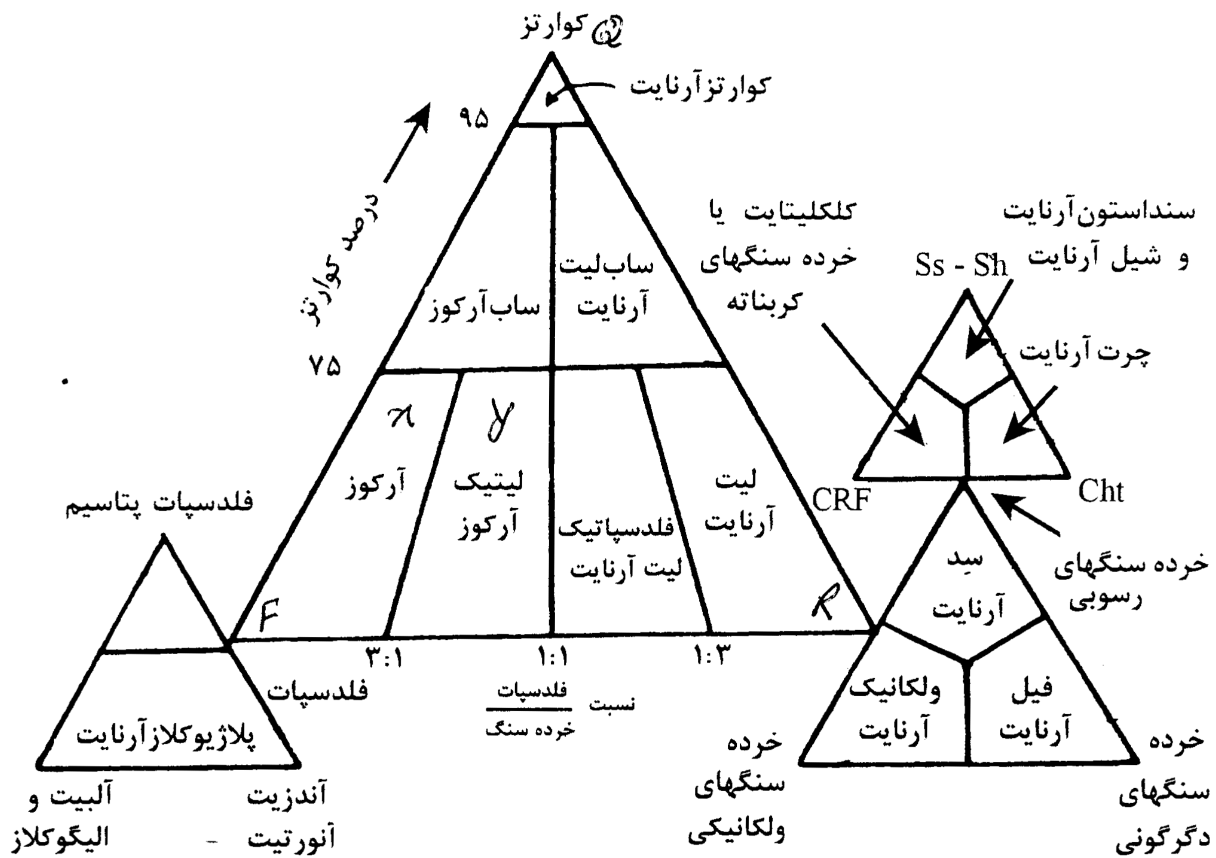
۳- ماتریکس ۷۵٪ < ← گل‌سنگ یا مادستون ها

نکته ۱) درروش پتی جان ذرات کوچکتر از ۳۰ میکرون ماتریکس می‌باشند.

نکته ۲) پتی جان به محیط رسوب‌گذاری اولیه یا ثانویه بدون ماتریکس توجه نکرده است و چرت را جزء لیتیک ها در نظر گرفته که در بعضی از مواقع آن‌ها ثانویه هستند نه اولیه.

نکته ۳) در گروه لیت آرنایت ها، برحسب این‌که خرده‌سنگ‌ها منشأ آتش‌فشانی، دگرگونی و یا رسوبی داشته باشد از مثلث فرعی کوچک استفاده می‌شود وبر حسب درصد خرده‌سنگ‌های موجود در سنگ از واژه‌های ولکانیک آرنایت (VRF)، فیل آرنایت و کلکلیتایت استفاده می شود.

طبقه‌بندی ماسه‌سنگ‌های (اقتباس از فولک، ۱۹۷۴):



لیت آرنایت = ساب گری وکی = تنها نمونه دارای سیمان زئولیتی= هیچ وقت سوپر مچور نیست.

به بخش x+y آرکوزیک آرنایت نیز می‌گویند.

این طبقه‌بندی بر اساس ترکیب کانی‌شناسی ذرات تشکیل‌دهنده ماسه‌سنگ‌ها بنا شده است.

نکته: در رأس Q (کوارتز) تمام انواع کوارتز و از جمله متا کوارتزیت قرار می‌گیرد (چرت به رأس R منتقل شده است). رأس F (فلدسپات) شامل انواع فلدسپاتهای پتاسیم و پلاژیوکلاز به‌علاوه خرده‌سنگ‌های گرانیتی و گنایسی است. رأس R (خرده سنگ) نظیر خرده‌سنگ‌های آتش‌فشانی، دگرگونی و رسوبی (چرت، ماسه‌سنگ، شیل و سنگ آهک) را شامل می شود.

توجه: ماسه‌سنگ یک واژه بافتی است نه ترکیبی (۲ mm - ۰/۶۲۵ mm).

طبقه‌بندی ماسه‌سنگ‌ها:

به روش پتی جان بافت اهمیت دارد و به روش فولک توصیفی است.

نام‌گذاری پنج‌گانه فولک:

فولک معتقد است برای نام‌گذاری کامل و دقیق ماسه‌سنگ‌ها باید ویژگی‌های پنج‌گانه آن به ترتیب زیر بیان می شود که عبارت‌اند از:

۱- اندازه دانه

۲- سیمان‌های شیمیایی

۳- مچوریتی بافتی

۴- مواد متفرقه حمل شده نظیر گلاکونیت، فسفات، فسیل و غیره

۵- نام اصلی ماسه‌سنگ

لازم به ذکراست که چنانچه مواد متفرقه گلاکونیت، فسیل و غیره بیش از ۱ تا ۲ درصد سنگ را تشکیل دهد باید در نام‌گذاری پنج‌گانه ماسه‌سنگ‌ها آورده شود.

خصوصیات انواع ماسه‌سنگ‌ها:

۱- کوارتز آرنایت: ۹۵٪ < کوارتز، سوپر مچور، ماتریکس در صورت وجود حتماً اولیه است، عمدتاً منوکریستالین با خاموشی مستقیم، تشکیل در محیط ناآرام و حرکات تکتونیکی کم (اتوکتون) و هوای گرم و مرطوب، در دورتر از منشأ تشکیل می شود.

توجه:

۱- ارتو کوارتزیت (کوارتز آرنایت) ماسه‌سنگ سیلیسی خالص

توجه: ماتریکس

اولیه: پروتوماتریکس

ثانویه: ۱- ارتو: تبلور مجدد کانی رسی، ۲-اپی: دگرسانی و دیاژنز ذرات ناپایدار، ۳- سودو: خرد شدن ذرات صفحه ای و پلتی نامقاوم

۲ – آرکوز: دارای ۲۵٪ < فلدسپات و کوارتز بالا. ذرات اصلی کوارتز می‌باشند. ازلحاظ بافتی مچور و ازلحاظ کانی‌شناسی ایمچور است. رنگ صورتی آن به علت وجود فلدسپات و رنگ قرمز آن به علت اکسید آهن Fe^{3+} (فریک) است.

انواع آرکوز:

۱- آب و هوایی ← فلدسپات حداقل ۴۰٪ ← مچور

۲- تکتونیکی ← فلدسپات حداقل ۵۰٪ ← ایمچور

۳- لیتارنایت: دارای خرده سنگ زیاد، دارای ۱۵٪ > ماتریکس و ۲۵٪ < قطعات لیتیک. لیتارنایت یا ساب گری وکی (هیچ‌وقت سوپر مچور نیست). محیط تشکیل آن رودخانه و دریا است.

۴- گری وک ها: (ماسه‌سنگ کثیف)

دارای ۱۵٪< ماتریکس، مهم‌ترین مکان تشکیل: ماسه‌سنگ‌های توربیدیتی، تشکیل همزمان با کوهزایی.

محیط تشکیل گری وکها:

۱- ماسه‌های کوارتزی ← کریتون های پایدار

۲- ماسه‌های کوارتز، فلدسپاتی ← با بالا آمدن پی‌سنگ

۳- ماسه‌های فلدسپاتی، خرده‌سنگی ← در قوس ماگمایی

۴- ماسه‌های فلدسپاتی، خرده‌سنگی ← کوهزایی با چرخه مجدد

تقسیم‌بندی انواع ماتریکس توسط پتی جان:

۱- ماتریکس آواری یا پرتوماتریکس: ذرات از خارج محیط می‌آیند

۲- ماتریکس غیر آواری یا سود و ماتریکس: در داخل محیط

نکات:

در ماسه‌سنگ‌ها افزایش حرارت موجب کاهش انحلال و افزایش فشار موجب افزایش انحلال کربنات کلسیم می شود.

کلسیت برخلاف سیلیس با افزایش حرارت رسوب می‌کند، در محیط اسیدی محلول و با افزایش PH ته‌نشین می شود.

طبقه‌بندی ماسه‌سنگ‌های جدید بر اساس اندازه ذرات و سیمان سنگ است.

طبقه‌بندی ماسه‌سنگ‌های قدیمی بر اساس ذرات اصلی تشکیل‌دهنده آن‌ها است.

ماسه‌سنگ:

۱- در کریتونها: کوارتز بالا

۲- درریفت قاره‌ای: فلدسپات بالا

۳- در قوس‌ها: خرده سنگ بالا

تقسیم‌بندی لوتایت ها یا گل‌ها یا سنگ‌ها رسوبی آواری دانه‌ریز:

گلسنگ غیرقابل تورق	گلسنگ متورق	ملاک تشخیص در صحرا	اندازه دانه‌ها
سیلتستون	شیل سیلتی	در زیر ذره‌بین دستی مقادیر زیادی سیلت مشاهده می‌شود	سیلت بیش از $\frac{۲}{۳}$
مادستون (گلسنگ)	شیل گلی	وقتی‌جویده شود در زیر دندان زبر است	سیلت بیش از $\frac{۱}{۳}$ و کمتر از $\frac{۲}{۳}$
کلی‌استون (رس سنگ)	شیل رسی	وقتی‌جویده شود در زیر دندان نرم است	رس بیش از $\frac{۲}{۳}$

حدود ۴۵٪ تا ۵۵٪ سنگ‌های رسوبی را تشکیل می‌دهد، اجزاء اصلی آن‌ها کانی‌های رسی و کوارتزی در حد سیلت هستند. اندازه تیپیک آن‌ها (کانی‌های رسی) ۲ mm است.

سنگ‌های گلی:

۱- بدون تورق: مادستون

۲- دارای تورق: شیل ها

۳- مارن: سنگ گلی آهکی

توجه: ماد ستون را به‌عنوان یک اسم کلی برای سنگ‌های رسی می‌توان بکار برد.

انواع گل‌سنگ‌ها:

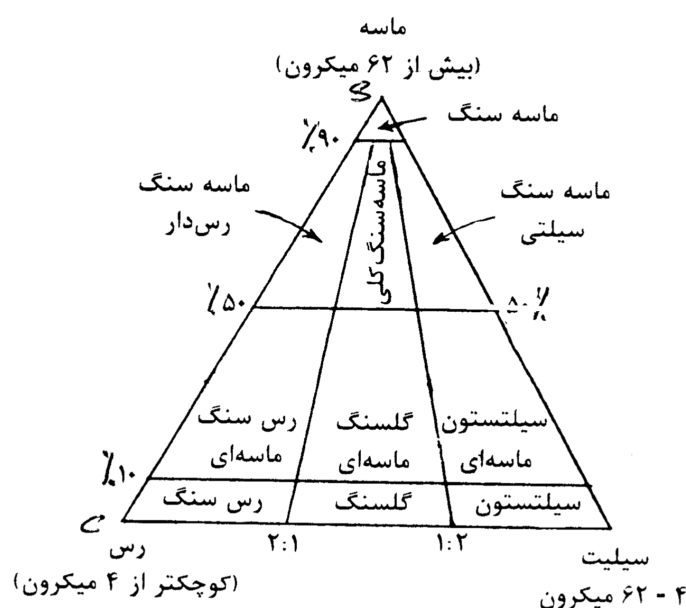
۱- مادستون: سنگ گلی بلوکی و بدون تورق

۲- شیل: سنگ‌آواری دانه‌ریز دارای خاصیت تورق یا فیسیلیتی

۳- آرژیلیت: چنانچه گلسنگ تحت‌فشار بالا قرار گیرد به وجود می‌آید که حد واسط شیل رسوبی و اسلیت دگرگونی است.

۴- مارن: سنگ گلی آهکی

طبقه‌بندی رسوبات سیلیسی آواری سخت شده، بر اساس مقدار ماسه، سیلیت و رس (اقتباس از تاکر، ۱۹۹۱):



توجه:

سین آرسیس: ترک گلی زیر آبی

ماد کرک: ترک گلی خارج آب

رنگ گل‌سنگ‌ها:

۱- مواد آلی ← ایجاد رنگ سیاه

۲- هماتیت ← ایجاد رنگ قرمز

۳- گوتیت ← ایجاد رنگ قهوه‌ای

۴- لیمونیت ← ایجاد رنگ زرد

اجزاء تشکیل‌دهنده گل‌سنگ‌ها:

کانی‌های رسی:

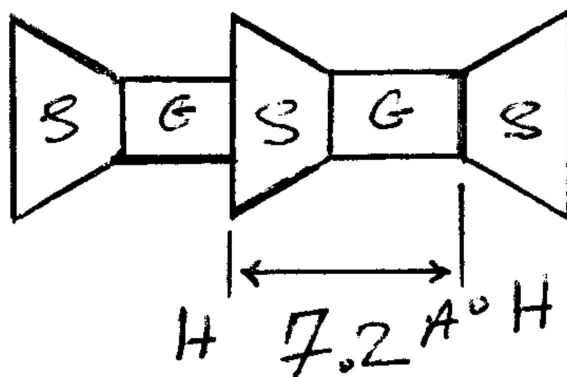
ساختمان دولایه‌ای: گروه کاندیت، کائولینیت (بی آب)، هالوسیت (آبدار)؛ ساختمان سه لایه‌ای: گروه اسمکتیت

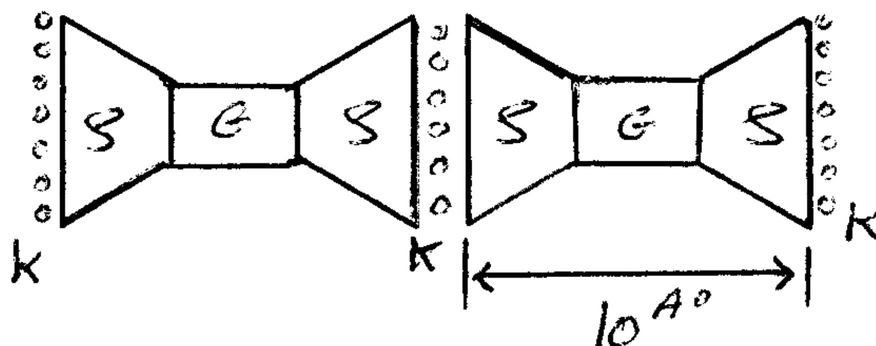
فاصله بنیادی:

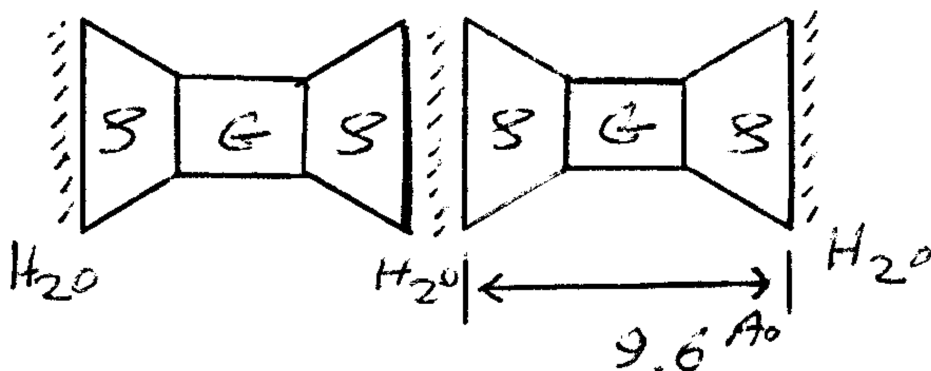
۱- در کائولینیت ← $۷/۲^A$ (آنگستروم)

۲- در گروه کاندیت ← ۷^{A}(آنگستروم) ← دولایه‌ای

۳- در گروه اسمکتیت ← ۱۴^{A} (آنگستروم) ← سه لایه‌ای (تترائدر، اکتائدر، تترائدر)







پایدارترین کانی‌های رسی:

۱- ایلیت: مشخص‌کننده رسوبات دریایی

۲- کلریت: مشخص کننده رسوبات خشکی

توجه:

۱- کائولینیت: به فرم کتابی، تخلخل ولی روی نفوذپذیری اثری ندارد

۲- ایلیت: به فرم شعاعی و رشته‌ای، نفوذپذیری را کاهش می‌دهد

۳- لامونتیت: از بین برنده پتانسیل اقتصادی مخازن

بنتونیت: گل حفاری

نوع خاصی از سنگ‌های رسی که تقریباً به‌طور کامل از مونتموریونیت است. بنتونیت پالئوزوئیک بیشتر از ایلیت و مونتموریونیت است. منشأ آن تجزیه خاکسترهای آتش‌فشانی است.

انواع گل‌سنگ‌ها:

گل‌سنگ‌های در جازا در خاک‌های قدیمه روی ناپیوستگی‌ها دیده می‌شوند.

گل‌سنگ‌ها (محیط دلتایی): لایه بالایی زغالی باشد ← تونستین ← کائولینیت.

لایه پایینی زغالی باشد ← خاک نسوز یا نشیمنگاهی

گل‌سنگ‌های پالئوزوئیک زیرین و پرکامبرین عمدتاً از ایلیت و کلریت است.

گل‌سنگ‌های آتش‌فشانی:

۱- بنتونیت متشکل از مونتموریونیت (آذرین بازیک).

۲- تونستین متشکل از کائولینیت (آذرین اسیدی)

توجه: ۲ عامل مهم دیاژنز گل‌سنگ‌ها فشار و حرارت است. در طی دیاژنز ایلیت و کلریت به سریسیت وکلریت و در نهایت به سرسیت تبدیل می شود.

سنگ‌های سیلیسی (شیمیایی – زیست شیمیایی)

۱- اوپال: بی‌شکل و ایزوتروپ (A: اپال آبدار غیر پایدار متعلق به عهد حاضر؛ CT: اپال کریستوبالیتی، تریدیمتی یا کریستوبالیت)

۲- کالسدوئن: کوارتز ریز بلور به‌صورت فیبری یا شعاعی

۳- کوارتز: به‌صورت بی‌شکل (۵۰-۱۰) میکرون

سنگ‌های سیلیسی: اولیه‌ها و ثانویه‌ها

اولیه‌ها شامل:

۱- رادیولاریت: حاوی رادیولارها

۲- دیاتومیت - پور سلانیت: جلای پورسلانی

۳- سنگ‌های اپال: آمورف

۴- اسپیکولیت: دریاچه آب شیرین

۵- نواکولیت: چرت لایه‌لایه

ثانویه‌ها شامل:

۱- نودول های چرتی

۲- چرت اولیه

۳- چرت نهایی

۴- چرت دیاژنزی

سنگ‌شناسی:

۱- چرت: معادل فلینت یا سنگ آتش زنه، متراکم، سخت و دارای شکستگی

صدفی Si بی‌شکل:

۲- از اردوویسین تا حال: رادیولرها

۳- ازژوراسیک تا حال: دیاتومه ها (در آب شیرین)

چرت ندولی: سنگ‌ها آهکی و گلی، سنگ تبخیری (رسوبی) فلینت

چرت لایه‌لایه: همراه با سنگ‌های ولکانیکی ← نواکولیت

الف) فلینت: چرت با ساخت ندولی که در گل‌سفید کرتاسه یافت می شود

ب) ژاسپ: چرت قرمز رنگ (هماتیت)

ج) نوواکولیت: چرت سفیدرنگ لایه دار و متراکم (محیط کم‌عمق)

۲- پورسلانیت: سنگ سیلیسی دارای ناخالص رسی یا کربنات

۳- تریپولی: سنگ سیلیسی حفره‌دار

۴- رادیولاریت: سنگ‌های سیلیسی متشکل از رسوب رادیولرها

۵- دیاتومیت: سنگ‌های سیلیسی متشکل از رسوب دیاتومه ها

۶- اسپیکولیت: خارهای اسفنج‌دار متعلق به محیط آب شیرین

نمونه سنگ سیلیسی:

اولیه: سیلکریت (خاک سیلیسی) ← محیط قلیایی

ثانویه: کالکریت (خاک آهکی) ← محیط دیاژنزی

رسوبات آهن‌دار: (آهن آن ۱۵٪<).

کانی‌های آهن در سنگ‌های رسوبی:

اکسیدها	هماتیت	$\alpha-Fe_2O_3$
	مگنتیت	Fe_3O_4
	گوتیت	$\alpha-FeO.OH$
	لیمونیت	$FeO.OH.nH_2O$
کربنات	سیدریت	$FeCO_3$
سیلیکاتها	برتیرین	$(Fe_4^{+2}Al_2)\ (Si_2Al_2)\ O_{10}\ (OH)_2$
	شاموزیت	$(Fe_5^{+2}\ Al)\ (Si_3\ Al)\ O_{10}\ (OH)_8$
	گرینالیت	$Fe_6^{+3}\ Si_4\ O_{10}\ (OH)_8$
	گلاکونیت	$KMg\ (FeAl)\ (Si\ O_3)_6\ .\ 3H_2O$
سولفیدها	پیریت	$Fe\ S_2$
	مارکاسیت	$Fe\ S_2$

طبقه‌بندی رسوبات آهن‌دار:

۱- سازندهای آهن‌دار مربوط به پرکامبرین (اوایل پرکامبرین میانی)

۲- سنگ‌های آهن یا کانه آهن‌دار االیتی مربوط به فانزوزوئیک شامل دو مرحله: از سیلورین تا کربونیفر و ژوراسیک است.

۳- رسوبات آهن‌دار مردابی متعلق به عهد حاضر

آهن فانروزوئیک ← به‌صورت اا لیتی (مواد آلی)

آهن پرکامبرین ← مابین لایه‌های چرتی (Co_2)

شرایط پایداری:

۱- Fe^{3+}: اکسیدی–قلیایی ← در محیط طبیعی به فرم $Fe(oH)_3$ نامحلول

۲- Fe^{2+}: احیایی – اسیدی ← در محیط طبیعی به فرم $Fe(oH)_2$ محلول

توجه:

۱- مزوزوئیک ← گوتیت

۲- پالئوزوئیک ← هماتیت (محدوده پایداری گسترده)

۳- پرکامبرین ← مگنتیت (همراه با چرت)

شرایط رسوب‌گذاری شیمیایی آهن:

با افزایش ته‌نشست آهن Fe میزان مواد آواری و کربنات کلسیم کاهش می‌یابد. گلوکونیت و لیمونیت به علت عدم پایداری در رسوبات قدیمه یافت نمی‌شوند.

نهشته‌های فسفات دار رسوبی (فسفریت)

فسفریت سنگی است که حداقل ۲۰٪ فسفر به‌صورت P_2o_5 دارد.

کلوفان یا کلوفانیت: کانی بی‌شکل فسفات کلسیم آبدار، در طول زمان به آپاتیت تبدیل می شود.

فرانکولیت (۱٪ > فلورین و کربنات)، داملیت (۱٪> فلوئور).

گرانو: تجمع فسفات در مدفوع پرندگان (حدود ۲٪).

کوپرولیت: مدفوع مهره‌داران دریایی حاوی فسفات

قابلیت انحلال فسفات با افزایش درجه حرارت و PH کاهش می‌یابد.

سنگ‌های تبخیری غیر از کربنات‌ها:

تحت تأثیر فرآیندهای شیمیایی تشکیل و در تشکیل آن‌ها فرآیندهای زیستی اصلاً نقش ندارد. در محیط قلیایی بر اثر انجماد آب‌نمک‌ها ته‌نشین می شود، پس‌واژه بهتر برای این سنگ‌ها سنگ‌های اشباعی است. تبخیری‌ها پوشش مخازن هیدروکربنی هستند که به نواحی خشک با عرض جغرافیایی پائین محدود می‌شوند.

و سیگلو گفت: پس از تبخیر ۹٪ - ۵٪ حجم اولیه آب دریا هالیت و پس از تبخیر ۱۹٪ ژیپس ته‌نشین می شود.

ترتیب ته‌نشست: ابتدا آهک و دولومیت و بعد ژیپس و انیدریت، سپس نمک‌های سدیم دار (هالیت) و در نهایت نمک‌های پتاسیم دار (سیلویت).

نمک‌ها 〈 انیدریت 〈 ژیپس 〈 دولومیت 〈 کلسیت 〈 Mg ↑ 〈 کلسیت Mg ↓ 〈 آراگونیت.

نکته ۱: ژیپس آبدار و انیدریت بی آب است. در اعماق اکثراً انیدریت داریم. برای تشکیل انیدریت درجه حرارت و غلظت بیشتری نیاز است.

نکته ۲: کانی‌های نمک‌های پتاسیم و منیزیم دار که دارای قابلیت انحلال بالایی هستند در طبیعت کمتر حفظ می‌شوند و عموماً ثانویه هستند.

نکته ۳: آراگونیت دارای $Sr\uparrow, Mg\downarrow$ است.

شور آب دریایی:

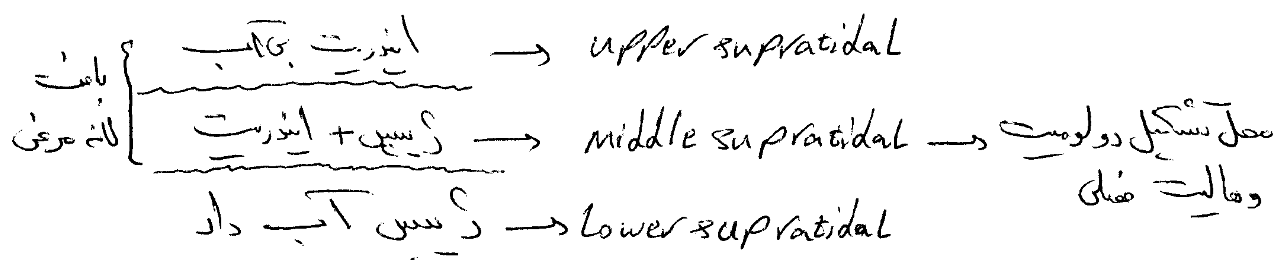
۱- غلظت ۲ برابر فعلی ← ته‌نشست آراگونیت

۲- غلظت ۵ برابر فعلی ← ژیپس

۳- غلظت ۱۲-۱۰ برابر فعلی ← هالیت

۴- غلظت ۹۰-۷۰ برابر فعلی ← $K_2so_4, Mgso_4, kcl, Mgcl_2$

توجه: تشکیل تبخیری‌ها؛



بافت لانه مرغی:

۱- انیدریت بی آب ← Upper supratidal

۲- ژیپس + انیدریت ← Middle supratidal (محل تشکیل دولومیت و هالیت فعلی)

ژیپس آب‌دار ← Lower supratidal

بافت لانه مرغی (Chicken Wire) در Middles به علت تبخیر شدید ایجاد می شود.

انترولیت: جذب آب توسط انیدریت و ایجاد چینهای نازک را گویند.

تفکیک محیط دریایی از غیر دریایی به‌وسیله Br:

۱- در آب دریایی ← $\langle ۶۵ppm$

۲- در آب غیر دریایی ← $\langle ۵۰ppm$

تبخیرهای دریایی: کیزریت – پلی هالیت

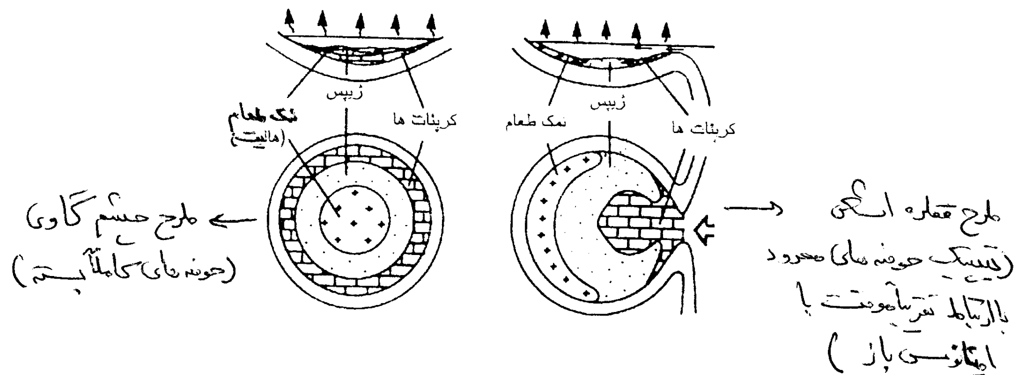
تبخیرهای غیر دریایی: گلوبریت – گایلوزیت

بیشترین در آب دریا ← CL^-؛ و بیشترین در رودخانه ← Hco_3^-

ژیپس ثانویه متشکل از پورفیروتوپهای ژیپس: بلور بزرگ

ژیپس آلاباسترین: بلور کوچک تا بزرگ (خاموشی نامنظم)

طرح‌های کلی از رخساره‌های تبخیری:



طرح چشم گاوی (حوضه‌های کاملاً بسته)

طرح قطره اشکی (تیپیک حوضه‌های محدود با ارتباط تقریباً موقت با اقیانوس باز)

سنگ‌های آذرآواری یا پیروکلاستیکی:

سنگ‌های آذرآواری پیروکلاستیک: فوران آتش‌فشانی و ته‌نشست رسوبات (منشأ آذرین)

سنگ‌های آذرآواری رسوبات ولکانو کلاستیک: ذرات آن متعلق به آب و خشکی (منشأ آذرین)

۱- سنگ‌های پیروکلاستیک: به هوا پرتاب و در فضا منتقل و بعد رسوب می‌کند.

- آگلو مرای آتش‌فشانی: قطعات بزرگتر از ۳۲ mm که بمب نام دارند مجتمع می‌شوند.
- توفها: قطعات کوچکتر از ۳۲ mm (شیشه‌ای، بلورین، لیتیک)

۲- سنگ‌های اپی کلاستیک: منشأ فرسایش دارد، از دو منشأ:

- انتقال مواد آتش‌فشانی و فرسایش آن در محیط مختلف و پس از تشکیل سنگ
- خرد شدن و فرسایش سنگ‌های آذرین و تشکیل مجدد

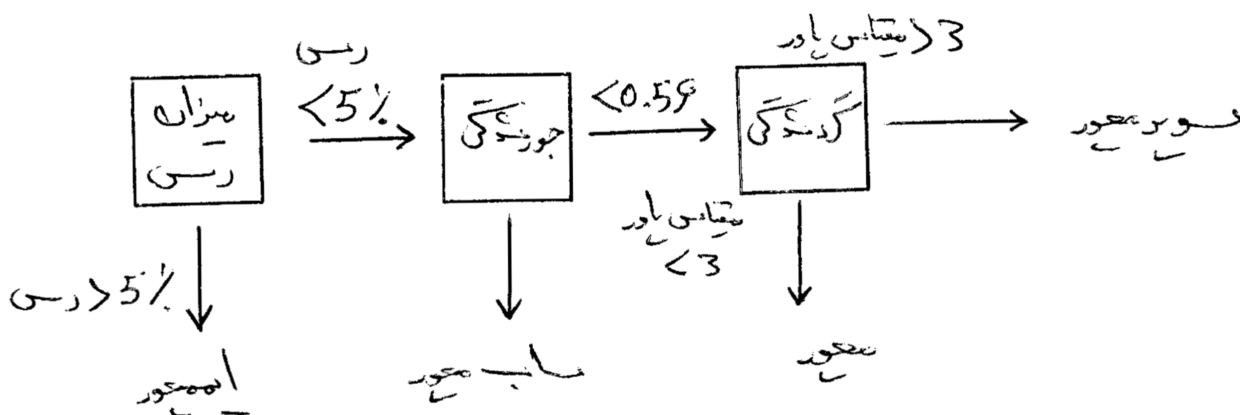
اصطلاحات اندازه تفرا (فیشر ۱۹۶۶، کتاب راند، ۱۹۹۷):

مقیاس Udden-Wentworth			آذرآواری	
ϕ	μm	mm	سنگ	رسوب
۱۲-		۴۰۹۶	برش آذر آواری	بمب و بلوک
۸-		۲۵۶		
۶-		۶۴	سنگ لاپیلی	لاپیلی
۲-		۴		
۱-		۲	توف	خاکستر دانه درشت
۰		۱		
۱	۵۰۰	۰/۵		
۲	۲۵۰	۰/۲۵		
۳	۱۲۵	۰/۱۲۵		خاکستر دانه ریز
۴	۶۲	۰/۰۶۲		
۵	۳۱	۰/۰۳۱		
۶	۱۶	۰/۰۱۶		
۷	۸	۰/۰۰۸		
۸	۴	۰/۰۰۴		

تفرا: به کلیه مواد آتش‌فشانی بدون توجه به‌اندازه آن‌ها تفرا می‌گویند

نگاهی به نکات فصل گذشته (غیر کربناته ها):

مچوریتی:



دیاژنز:

(بر اساس عمق کم تا سطح)

۱- ائوژنز ← معادل دیاژنز در عمق کم

۲- مزوژنز ← دیاژنز دفنی

۳- تلوژنز ← هنگام بالا آمدن رسوب (Uplifting)

کنتاکت دانه:

مضرسی ⟨ محدب – مقعر ⟨ مستقیم ⟨ مماسی ←

افزایش عمق

محیط تکتونیکی آرام - پایدار ← کوارتز

محیط تکتونیکی آشفته - ناپایدار ← فلدسپات

دگرسانی مواد ولکانوکلاستیک، بنتونیت ← مونت موریونیت بالا

دگرسانی مواد ولکانوکلاستیک، تونشتاین ← کائولن بالا

کوارتز آرنایت: منشأ کم‌عمق دریایی: سفید شیری یا خاکستری (کوارتز و چرت)؛ منشأ بادی: قرمز رنگ (هماتیت)

عمده آرکوزها F(K) (صورتی‌رنگ) ← به علت مقاومت بیشتر آرکوز آب و هوایی (خشک) ← مچور.

آرکوز تکتونیکی (ناپایدار) ← ایمچور.

آب‌وهوای خشک ← آرکوز: فاقد ماتریکس، سیمان زیاد

آب‌وهوای مرطوب ← کوارتز آرنایت: ماتریکس زیاد، فاقد سیمان

محل رسوب:

کائولینیت: نزدیک ساحل ← در رسوبات غیر دریایی فراوان

ایلیت و کلریت: دورتر از ساحل ← در رسوبات دریایی فراوان

مونتموریونیت: نواحی کاملاً دریایی

مچوریتی بافتی (ماتریکس، جور شدگی، گرد شدگی)

مچوریتی کانی‌شناسی (قطعات مقاوم و نامقاوم)

از اتصال ۴ وجهی‌ها (T) و ۸ وجهی‌ها (O) کانی‌های رسی حاصل می‌شوند:

۱- مدل T – O: مثل کائولینیت ۷Å

۲- مدل T-O-T: مثل ایلیت و اسمکتیت ۱۰Å

۳- مدل T-O-T-O: مثل کلریت ۱۴Å

با افزایش انرژی محیط ⇐ دانه‌ها گرد می‌شوند 〈 دانه‌ها جور می‌شوند 〈 ابتدا حذف ماتریکس.

طبقه‌بندی سنگ‌های رسوبی:

۱- گرابو ← ژنتیکی یا زایشی

۲- کرومباین ← توصیفی (رسوب ترکیبی از دو عنصر نهایی)

۳- فولک ← توصیفی – ژنتیکی (زایشی)

ارتو کنگلومرا: دانه فراوان ← درشت ← حاصل جریان رودخانه‌ای و غیر رودخانه‌ای ← الیگومیکتیک

پارا کنگلومرا: گل فراوان ← ریز ← توربیدیتی یا گلی ← پلی میکتیت.

رسوبات:

۱- اپی کلاستیک: مواد ولکانی که دوباره حرکت کرده‌اند

۲- اتوکلاستیک: تشکیل حین حرکت لاوا

۳- پیروکلاستیک: حاصل پرتاب تفرا از مجرا

۴- هیدروکلاستیک: لاوای قطعه‌قطعه شده در اثر برخورد با آب

اپال:

۱- A زیستی: ۱۳٪ آب

۲- A غیر زیستی: گسترش کم

۳- C: منشأ غیر آلی (زیردریایی)

۴- CT: آبدار Tri و Cri

عمق موازنه:

بر اساس افزایش عمق

۱- ACD: آراگونیت ۱۰۰۰ m

۲- CCD: کلسیت ۴۰۰۰ -۴۵۰۰ m

۳- SCD: سیلیس ۶۰۰۰ m <

۴- OCD: اپال ۶۰۰۰ m <

توجه:

کنگلومرای قاعده‌ای: براثر پیشروی آب دریا بعد از وقفه رسوب‌گذاری تشکیل می‌شوند.

کنلگومرای بین تشکیلاتی: تشکیل آن‌ها همزمان با تشکیل طبقات دربرگیرنده آن‌ها است.

آرکوز بافتی: مچور

آرکوز کانی‌شناسی: ایممچور

تقسیمات فولک:

حداکثر میزان ماتریکس در ماسه‌سنگ‌ها چند درصد است ← ٪۵۰

در کنگلومرا حداقل ذرات بزرگتر از ۲ mm ← ٪۳۰

ساختمان کانی‌های رسی شامل: بنیان تترائدر + اکتائدر + بروسیت ($Si \downarrow$).

طبقه‌بندی زایشی (گرابو)

اگزوژنتیک یا آواری یا آلوژنیک یا انتقالی ← دارای طبقات مورب

آندوژنتیک یا شیمیایی یا اتوژنیک یا درجازا ← کریستال به هم متصل شده

گرابو:

۱- رودایت به‌جای گراول

۲- آرنایت به‌جای ماسه

۳- لوتایت به‌جای رس

فولک:

اجزای آواری یا تریجنیوس (کلاستیک): تخریب و فرسایش مواد خشکی.

اجزای آلوکمیکال: منشأ شیمیایی یا بیوشیمیایی، (داخل حوضه تشکیل و مجدد حرکت کرده).

اجزای ارتو کمیکال: درون حوضه رسوب و فاقد حرکت مجدد است.

سنگ‌های دانه‌درشت:

۱- گراول بیشتر از ٪۸۰: کنگلو مرا

۲- ماتریکس ماسه ای: کنگلومرای ماسه ای

۳- ماتریکس ماسه ای و گلی: کنگلومرای ماسه ای گلی گراول بین ٪۸۰ - ٪۳۰

۴- ماتریکس گلی: کنگلومرای گلی گراول بین ٪۸۰ - ٪۳۰

حداقل ذرات بزرگتر از ۲ mm در کنگلومرا:

طبقه‌بندی ویلمن ← ٪۵۰

طبقه‌بندی پتی جان ← ٪۱۰

طبقه‌بندی فولک ← ٪۳۰ (قابل قبول)

کانی‌های تبخیری متداول دریایی و غیر دریایی:

کانی‌های تبخیری دریائی		کانی‌های تبخیری غیر دریائی	
هالیت (نمک طعام)	$NaCl$	هالیت، ژیپس، انیدریت	
سیلویت	KCl	اپسومیت	$MgSO_4 .\ 7H_2O$
کارنالیت	$KMgCl_3,\ 6K_2O$	ترونا	$Na_2CO_3,NaHCO_3,2H_2O$
کاینیت	$KMg,ClSo_4,\ 3H_2O$	میرابیلیت	$Na_2SO_4,10H_2O$
انیدریت	$CaSO_4$	تناردیت	$NaSO_4$
ژیپس (گچ)	$CaSO_4,\ 2H_2O$	بلوئدیت	$Na_2SO_4,\ MgSO_4,\ 4H_2O$
پلی‌هالیت	$K_2MgCa_2,(So_4)_4,2H_2O$	گایلوزیت	$Na_2CO_3.CaCO_3.5H_2O$
کیزریت	$MgSO_4,H_2O$	گلوبریت	$CaSO_4,Na_2SO_4$

توجه:

نمک طعام جناغی ← اولیه؛ نمک شفاف ← ثانویه.

ترتیب رسوب تبخیرها با افزایش غلظت:



$Caco_3 \rangle So_4 \rangle Nacl \rangle Kcl \rangle Mgcl_2$

انواع توالی‌های تبخیری:

۱- لامینه ای: در ناحیه عمیق با فرونشست زیاد

۲- ندولی: در ناحیه کم عمق با فرونشست کم

سلنیت: بلورهای درشت و شفاف ژیپس (بی رنگ) دارای ماکل دم چلچله‌ای

آلاباستر: بلورهای ریز و مرمری ژیپس (توده‌ای و متراکم)

ساتین اسپار: ژیپس فیبری سفید، دارای جلای ابریشمی

نمدی (felty): بلورهای ریز سوزنی و متقاطع انیدریت

با سیلار: بلورهای درشت و مستطیلی انیدریت

ندول: تبدیل ژیپس به انیدریت

ساخت انترولیتیک: ندولهای درهم پیچیده انیدریت شبیه روده

فلینت: ندولهای چرتی در گلهای سفید کرتاسه

ژاسپ: چرت قرمز رنگ (هماتیت)

نوآکولیت: سنگ سیلیسی کریپتو کریستالین

گایزریت: نوعی رسوب سیلیسی توسط آتشفشانها (اطراف چشمه آب گرم)

تریپولی: بیشتر شامل کلسدونی است.

نهشته‌های آلی (کربن دار):

کانی رسی آهک اضافه شود ← ارتوکلی استون مواد آلی ← شیل ارگانیکی ← شیل نفتی ← ساپروپلیت.

همنه های تشکیل‌دهنده زغال‌سنگ‌ها:

۱- طبیعت مواد آلی و غیر آلی سازنده آن‌ها ماسرال ها: مواد آلی؛ کانی‌ها: مواد غیر آلی.

۲- شدت دیاژنز یا دگرگونی

انواع زغال:

۱- هومیک: فعل‌وانفعالات بر روی مخلوطی از خرده‌های درشت و متنوع گیاهی. (دسته‌ای)

۲- ساپروپلی: فعل‌وانفعالات بر روی واریزه‌های میکروسکوپی گیاهی (توده‌ای متنوع)

فرآیند زغالی شدن عبارت است از:

پیت ← لیگنیت ← ساب بیتومینه ← آنتراسیت ← گرافیت

توجه:

چنانچه فشار P سبب زغالی شدن شود ← فیزیکی – ساختی

چنانچه حرارت T سبب زغالی شدن شود ← شیمیایی

کیفیت زغال‌ها:

ماسرال: کانی‌های تشکیل‌دهنده آن

رنگ زغالی شدن: درجه و شدت زغالی شدن

با افزایش شدت زغالی شدن، کربن افزایش یافته و رطوبت (H_2O) کاهش می‌یابد.

زغال پارالیک ← محیط ساحلی

لیمنیک ← محیط قاره‌ای

رسوبات و سنگ‌های کربناته (سنگ‌های آهکی):

مهم‌ترین گروه از سنگ‌های رسوبی غیر آواری هستند که در مزوزوئیک گسترش بالایی داشته‌اند. در دوره‌های یخچالی کاهش چشمگیری می‌یابد.

در اعماق > ۴ km کربنات کلسیم به علت ناپایداری تشکیل نمی‌شود

با افزایش ورود مواد آواری، تشکیل کربنات کلسیم کاهش می‌یابد

کانی کربناته:

۱- آراگونیت: Sr ↑← ارتورومبیک

۲- کلسیت ↓Mg: کمتر از ۴٪ رومبوئدریک

۳- کلسیت ↑Mg: ۱۹٪ - ۱۱٪ رومبوئدریک

شرایط پایداری:

کلسیت Mg ↓ > کلسیت Mg ↑ > آراگونیت Sr ↑

توجه:

با بالا آمدن آب دریا $\Leftarrow \downarrow Mg, \downarrow PH, \uparrow Co_2$ تشکیل کلسیت با Mg پایین که در اردوویسین تا کربونیفر و ژوراسیک و کرتاسه دیده می شود.

سنگ‌های آهکی قدیمی: کلسیت با $Mg\downarrow$

سنگ‌های آهکی جدید: کلسیت با $Mg\uparrow$ و آراگونیت

کارخانه آهک سازی در منطقه لیتورال (فلات قاره) تا ۲۰۰ m قرار دارد.

سنگ‌های آهکی ذرات دانه‌درشت: آلوکم (نابرجا)

سنگ‌های آهکی ذرات دانه‌ریز: ارتوکم (درجازا).

کانی‌شناسی اسکلت‌های کربناته (x = متداول و) x= کمتر متداول

	کانی‌شناسی			
موجودات	آراگونیت	کلسیت با Mg پایین	کلسیت با Mg بالا	آراگونیت + کلسیت
نرم تنان:				
دوکفه‌ای‌ها	×	×		×
گاستروپودها	×			×
پتروپودها	×			
سفالوپودها	×		(×)	
براکیوپودها		×	(×)	
مرجان‌ها:				
اسکلراکتینین	×			
روگوز+ تابولیت		×	×	
اسفنج‌ها	×	×	×	
بریوزوئرها	×		×	×
اکینودرم‌ها			×	
استراکدها		×	×	
فرامینیفرها:				
بنتیک	(×)		×	
پلاژیک		×		
جلبک :				
کوکولیتوفوریدها		×		
رودوفیتا	×		×	
کلروفیتا	×			
کاروفیتا		×		

توجه:
جلبک قرمز و سبز آراگونیت
جلبک (زرد - سبز) و (آبی - سبز) کلسیت Mg ↓
سنگ‌های آهکی از سه بخش عمده به شرح زیر ساخته‌شده‌اند:
۱- آلوکم ها: ذرات کربناته، در حد ماسه یا گراول
میکریت: لجن میکروکریستالین کربناته در حد رس (μ ۴>)
۳- کلسیت اسپاری: نهشته شیمیایی که به‌صورت سیمان حفرات را پر می‌کند، (μ۵<)، تشکیل آن پس از رسوب‌گذاری و در حین دیاژنز است.
دانه‌های آلوکم (بزرگتر از ۶۰ میکرون):
۱- فسیل یا قطعات فسیلی یا بایوکلاست:
قسمت‌های سخت آهکی گیاهان و جانوران.
اگر صدفی در موقع تشکیل آراگونیتی باشد، تقریباً همیشه در سنگ‌های قبل از هولوسن تجدید تبلور حاصل کرده است.
۲- پلت ها: دانه مدور، کروی تا بیضوی یا تخم‌مرغی شکل، از لجن کلسیت میکروکریستالین و فاقد هرگونه ساختمان داخلی، به پلتهای حاصل از فضولات حیوانات، فیکال پلت گویند.
پلت های لیتیک: حاصل تخریب سنگ‌ها و دانه‌های میکریتی قدیمی‌تر.
پلوئید: دانه‌های پلتی با منشأ نامشخص.
میکرایت: اجتماع پلت ها (فراوان‌ترین سنگ آهک قدیمی است)
۳- اووئیدها یا ااالیت ها: دانه کروی (کمتر از ۲ mm) که دارای ساختمان متحدالمرکز یا شعاعی است. دارای هسته مرکزی است و در محیط با انرژی بالا تشکیل می شود.
ااالیت یک لایه سطحی یا Superfical: چندین ااالیت هسته مرکزی ااالیت بزرگ‌تری می‌شوند.

در اثر دیاژنز:

ساختمان متحدالمرکز تبدیل به شعاعی
آراگونیت تبدیل به کلسیت

ااالیت ها:

امروزه: مماسی و آراگونیتی
قدیمی: شعاعی و کلسیتی
ااالیت ← محیط پرانرژی
پیزولیت و آنکولیت ← محیط آرام
دانه‌های غیر اسکلتی در سنگ‌های آهکی:
۴- آنکولیت ها: در اثر فعالیت جلبک‌های سبز – آبی و قرمز در محیط دریایی به وجود می‌آیند.
۵- پیزولیت ها: بزرگتر از ۲ mm دارای لایه‌های متحدالمرکز و منشأ غیر آلی است. فاقد هرگونه آثار جانوری دریایی است.

پیزولیت های جلبکی (آنکلولیت): محیط کم عمق با شوری بالا (کلسیت Mg ↑)

پیزولیت های کالیچی (وادوز): محیط نیمه خشک بالای سطح ایستابی (کلسیت Mg ↓)

۶- اینتراکلاست: قطعات سنگ‌های آهکی بزرگتر از ۰/۱۵ mm

۷- لیتوکلاست: قطعات سنگ‌های قدیمی‌تر، در خارج حوضه تشکیل و به حوضه حمل می‌شوند.

۸- گریپستون یا آگرگات یا لامپ: تجمعی از خرده اسکلتی، اائید و پلت با اتصال سیمان. در سنگ‌های قدیمه آهکی یافت نمی‌شود و به‌صورت خوشه انگوری است.

نکات:

اینترا کلاستها از رسوبات سست کف دریا هستند که به‌طور همزمان با رسوب‌گذاری جداشده و دوباره رسوب می‌کنند.

ته‌نشست شیمیایی: مجموع آلوکم و ارتوکم

ته‌نشست خرده‌ای: مجموع مواد آواری و الوکم

تشکیل االیت ها آلی: جلبک‌های سبز؛ غیرآلی: تبدیل بی‌کربنات کلسیم به کربنات کلسیم

آنکلولیت: بزرگتر از اا لیت، از منشأ آلی

پیزولیت: بزرگتر از اا لیت، از منشأ غیر آلی

ساخت گرو ملوس: سنگ‌های آهکی با بافت انباشته شده یا لخته شده

فولک:

آلوکم: ذرات شیمیایی بیگانه

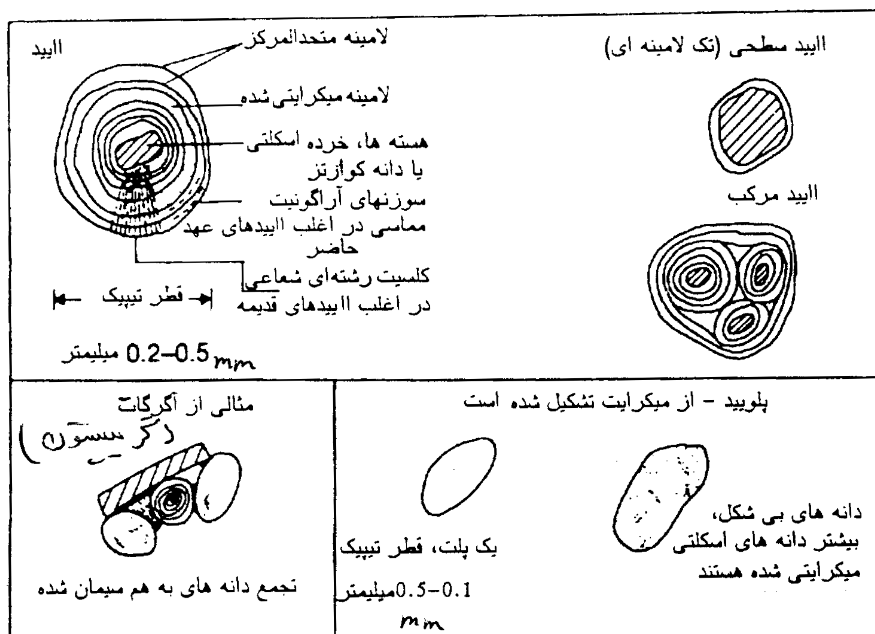
ارتوکم: ذرات شیمیایی واقعی (سیمان و ماتریکس)

میکریت یا دیس میکریت: ۴μ〉(میکرون)

سیمان اسپاری: ۱۰μ–۵

سیمان دروغین: ۲۰μ–۱۰

خرده‌های اسکلتی در سنگ‌های آهکی:



به‌واسطه فعالیت‌های موجودات زنده، از جنس $Si, Caco_{۳}$ به وجود می‌آیند.

استروماتولیت ها: (پرکامبرین و جوانتر)

پوشش جلبکی سیانو باکتری در نواحی Intertidal تا Supratidal دیده می‌شوند.

مسطح Supratidal < موج‌دار < گنبدی < ستونی Intertidal

ترومبولیت: استروماتولیت با لامیناسیون ضعیف و بافت توده‌ای (اینترتایدال)

توجه: میکریت یا گل آهکی ($۴\mu >$)

منبع اصلی میکریت منشأ جلبکی: $\frac{Mg}{Sr}\rangle 2$

منشأ غیر جلبکی: $\frac{Mg}{Sr}\rangle 2\langle$

ذرات ارتوکم: کربنات کلسیم دانه‌ریز با ماتریکس میکریتی (انرژی کم).

سیمان اسپاری (انرژی زیاد)

انواع سیمان‌ها:

۱- سیمان شعاعی یا رشته‌ای: به‌صورت بلورهایی عمود بر دانه‌ها

۲- سیمان بلوکی: بی‌شکل

۳- سیمان سین تکسیال – سطحی: روی دانه‌های آهکی تک‌بلوری تشکیل می شود.

۴- سیمان دروزی موزاییک: بلورهای بی‌شکل که از سطح به داخل حفره بزرگ‌تر می‌شوند.

۵- سیمان منیسکوس و جاذبه‌ای: منیسکوس در محل اتصال دانه‌ها و جاذبه‌ای در زیر دانه‌ها.

۶- سیمان میکریتی: تشکیل‌شده و جاذبه‌ای: منیسکوس در محل اتصال دانه‌ها و جاذبه‌ای در زیر دانه‌ها.

۷- سیمان میکریتی: تشکیل‌شده از بلورهای ریز میکریت.

توجه:

۱- ذرات میکریتی تشکیل سنگ میکرایت را می‌دهد.

۲- سیمان اسپاری به‌تنهایی قادر به تشکیل سنگ نیست.

انواع سیمان:

ودوز: منیسکوس، جاذبه‌ای، ویسکر و دروزی موزاییک برون آهکی

مرز: سیمان پویکیلوتوپیک، سیمان آهن‌دار دفنی

فری آتیک: سیمان حاشیه‌ای (سین تکسیال) و ایسوپکس (فیبری)

بایو توربیشن: اثر جانوران در رسوبات، نشانه اینکه رسوبات در محل خود ته‌نشین شده‌اند. شامل: ۱- بورینگ: ایجاد در رسوبات سخت. ۲- بارووینگ: ایجاد در رسوبات نرم

فابریک ژئوپتال: فسیل روی رسوب قرار گرفته، سپس داخل آن با سیمان اسپاری پر می شود که قسمت بالای آن توسط سیمان اسپاری درشت پر می شود.

دلایل استفاده: ۱- تعیین بالا و پایین لایه‌ها ۲- تعیین اولیه بودن میکریت سنگ.

فابریک فنسترال یا چشم پرنده‌ای: از ویژگی‌های محیط جزر و مدی و بالای مدی است که خروجی گازهای ناشی از تجزیه مواد آلی و پر شدن حفرات ناشی از آن توسط کلسیت یا رسوب است.

استرومتکتیس: حفرات ۱-۵ mm و طول ۱۰ cm که موازی لایه‌بندی‌اند و به‌وسیله کلسیت شفاف دانه‌درشت پرشده‌اند و دارای سقف مضرسی است.

توجه:

بایوتوربیشن سبب کاهش جورشدگی، تخلخل و نفوذپذیری می شود.

ساختمان لکه‌دار یا خالدار: اگر حفره ایجاد شده توسط موجود در ماتریکس سنگ پس از پر شدن با مواد رسوبی ادامه‌دار نباشد، اشکال آن را ساختمان خالدار گویند.

ریف: فسلیهای به هم چسبیده که رشد می‌کنند و برآمدگی مقاوم در برابر امواج را می‌سازد.

هسته مرکزی فاقد لایه‌بندی بوده و فاقد االیت و اینترا کلاست است. ریف برای رشد به مواد غذایی زیاد و جریان شدید آب نیاز دارد تا PH افزایش یابد و گازکربنیک آب خارج شود.

تشکیل ریف شامل ۴ مرحله است.

در مرحله تنوع یا گوناگونی گونه‌های تشکیل‌دهنده ریف به ۲ برابر افزایش می‌یابد.

برآمدگی‌های ریفی فقط در محیط‌هایی که شرایط زیستی برای پریاختگان بزرگ نامناسب بوده است دیده می‌شوند (برآمدگی ریفی = نصف ریف – ریف ناقص)

توجه:

۱- کامبرین تا کربونیفر میانی و ژوراسیک و کرتاسه: آب دریا بالا، ایجاد کلسیت mg $\downarrow$.

۲- پرکامبرین و کربونیفر آغازین و میانی تا ژوراسیک و ترشیاری: آب دریا پایین، ایجاد کلسیت با Mg $\uparrow$ + آراگونیت

ساختمان ریفی با یوهرم: ساختمان آهکی برجسته؛ موجودات بزرگ

بایوستروم: ساختمان آهکی مسطح؛ موجودات ریز

طبقه‌بندی سنگ‌های آهکی:

طبقه‌بندی گرابو: (بر اساس اندازه دانه‌های آهکی)

گرابو (ژنتیکی): اگزوژنتیک؛ آندوژنتیک

۱- گراول ← رودایت

۲- ماسه ← آرنایت

۳- گل ← لوتایت

توجه:

کلسی رودایت: سنگ آهک دانه‌درشت ← $> ۲\ mm$

کالکارنایت: سنگ آهک دانه‌متوسط ← $۶۲\mu - ۲\mu$

کلسی لوتایت: سنگ آهک دانه‌ریز ← $۶۲\mu\rangle$

- تفاوت بایوهرم و بایوسترم: هر دو اجتماع جانوران آهکساز، در بایوستروم برخلاف بایوهرم لایه‌بندی وجـود دارد - سنگ حاوی فسیل باشد قبل از اسم سنگ، کلمه اسکلت اضافه می شود.

- طبقه‌بندی گرابو در بیابان از همه بهتر و کارآمدتر و ساده‌تر است

طبقه‌بندی پتی جان: (بر اساس منشأ)

۱- آهک‌های نابرجا یا آلکتونوس

۲- آهک‌های برجا یا اتوکتونوس

۳- ایجاد توسط فرآیندهای دیاژنزی (تبلور دوباره، جانشینی، متاسوماتوز).

طبقه‌بندی فولک: (بر اساس ذرات و بافت = توصیفی)

سنگ‌ها شامل:

۱- آلوکم ها یا سازندگان نابرجا (ماسه یا درشت‌تر): فسیل، اائید، انترا و پلت.

۲- لجن‌های کلسیت میکروکریستالین (۱ تا ۴ میکرون): نیمه شفاف

۳- سیمان کلسیت اسپاری (بیش از ۱۰ میکرون): شفاف

طبقه‌بندی ترکیبی سنگ‌های آهکی (فولک، ۱۹۶۲):

انواع آلوکمها	سنگهای آلوکمی		سنگهای ارتوکمی
	I	II	III
	آلوکم + سیمان اسپاری	آلوکم + لجن ریزبلور	لجن کلسیتی ریزبلور
اینتراکلست (i)	Intrasparite (Ii)	Intramicrite (IIi)	Micrite (IIIm)
االیت (a)	Oosparite (Ia)	Oomicrite (IIa)	Dismicrite (IIImX)
فسیل (b)	Biosparite (Ib)	Biomicrite (IIb)	سنگهای ریفی برجا
پلت (p)	Pelsparite (Ip)	Pelmicrite (IIp)	Biolithite (IV)

طبقه‌بندی سنگ‌های آهکی (فولک):

۱- آهک (TYPE I): آلوکم ↑، متصل با سیمان اسپاری، نام آن‌ها: سنگ‌های اسپاری آلوکمیکال، محیط تشکیل آن‌ها پرانرژی، امواج و جریان‌ها.

مخفف آلوکم به‌صورت پیشوند: اینترا، اُ اُ، بایو، پل

۲- آهک (TYPE II) آلوکم، متصل با ماتریکس میکریتی، نام آن‌ها: سنگ‌های میکروکریستالین آلوکمیکال، فاقد سیمان اسپاری، محیط آرام.

۳- آهک (TYPE III): سنگ میکرو کریستالین، فاقد آلوکم، نام آن: میکرایت.

دیس میکرایت: گاهی قبل از سخت شدن حفرات توسط موجوداتی که ایجاد شده، این حفرات با سیمان کلسیتی (اسپاری) پر می شود.

۴- آهک (TYPE IV): از بقایای موجودات، نام آن: بایولیتایت.

توجه (معادل‌ها):

۱- مادستون نوع II میکریت و دیس میکریت (دانه ۱۰٪ <).

۲- وکستون نوع II بیومیکریت پراکنده (دانه ۱۰٪ >).

۳- پکستون نوع I بیومیکریت متراکم

۴- گرینستون نوع I بیواسپارایت

۵- باند ستون نوع IV بایولیتایت (استروماتولیت، تراورتن، ریف)

توجه: در تیپ II, I چنانچه اندازه ذرات بزرگتر از ۲ mm باشد از لفظ رودایت استفاده می‌کنیم.

توجه: درصورتی‌که در سنگ بیش از ۱۰٪ دولومیت جانشینی باشد، باید از نام اصلی پیشوند Dolomitized استفاده شود. چنانچه منشأ دولومیت مشخص نباشد باید پیشوندDolomitized را قبل از نام‌سنگ آورد.

توجه: چنانچه در سنگ بیش از ۱۰٪ مواد آواری وجود داشته باشد از پیشوندهای ماسه ای یا سیلتی یا رسی قبل از نام اصلی استفاده می شود.

در تیپ III فولک، میزان آلوکم کمتر از ۱۰٪ است.

معادل تیپ های فولک در سنگ‌های آواری:

۱- TYPE I: ماسه‌سنگ و کنگلومرا با جور شدگی خوب

۲- TYPE II: ماسه‌سنگ و کنگلومرای رس دار

۳- TYPE III: رس سنگ‌ها

۴- TYPE IV: معادل ندارد

جدول نام‌گذاری سنگ‌ها آهکی (فولک، ۱۹۵۹، ۱۹۶۲):

ترکیب حجمی آلوکم	۱۰ درصد < آلوکم: سیمان اسپاری بیش از ماتریکس — سنگ آهکهای اسپاری آلوکمی نوع اول I	۱۰ درصد < آلوکم: ماتریکس بیش از سیمان اسپاری — سنگ آهکهای میکروکریستالین آلوکمی نوع دوم II	۱۰ درصد > آلوکم، سنگ‌آهک میکروکریستالین نوع سوم III: یک تا ۱۰ درصد آلوکم	۱۰ درصد > آلوکم، سنگ‌آهک میکروکریستالین نوع سوم III: کمتر از یک درصد آلوکم	سنگ‌آهک بایوهرمی به‌هم ریخته‌نشده نوع چهارم IV
۲۵ درصد < اینتراکلسیت	اینترااسپاریت	اینترامیکریت	میکریت دارای اینتراکلست		
۲۵ درصد > اینتراکلست، ۲۵ درصد < ائید	ااسپاریت	اامیکریت	میکریت دارای ائید		
۲۵ درصد > اینتراکلست، ۲۵ درصد > اوئید، نسبت حجمی فسیل‌ها به پلت‌ها: ۳/۱ <	بایواسپاریت	بایومیکریت	میکریت فسیل‌دار	میکریت یا دیسمیکریت	بایولیتایت
۲۵ درصد > اینتراکلست، ۲۵ درصد > اوئید، نسبت حجمی فسیل‌ها به پلت‌ها: ۳ به ۱ تا ۱ به ۳	بایوپلسپاریت	بایوپل‌میکریت	میکریت پلت‌دار		
۲۵ درصد > اینتراکلست، ۲۵ درصد > اوئید، نسبت حجمی فسیل‌ها به پلت‌ها: ۱/۳ >	پلسپاریت	پل‌میکریت			

(آهک نوع 5 یعنی دولومیتهای جانشینی حذف شده اند)

(آهک نوع 5 یعنی دولو میت‌های جانشینی حذف‌شده‌اند.)

نکات:

تقدم در نام‌گذاری: پل < فسیل < اائید < اینترا

در نمونه‌ای که الوکم ۱۰٪ - ۱ باشد، دانه‌ای که از همه بیشتر است، دارای اهمیت بالا است

نامی که مهم‌تر است نزدیک‌تر به نام‌سنگ می‌آید

طبقه‌بندی سنگ‌های آهکی (دانهام):

بافت:

۱- اتصال در زمان رسوب‌گذاری ⇐ گروه ۱

۲- اتصال بعد از رسوب‌گذاری ⇐ گروه ۲

گروه ۱:

باندستون: رسوبات آهکی برجا که توسط موجودات قبل از رسوب‌گذاری به هم چسبیده و ساختمان مقاوم ریفی یا غیر ریفی (استروماتولیت) ایجاد کند.

گروه ۲:

مادستون: حاوی کمتر از ۱۰٪ دانه، محیط آرام، فابریک شناور

وکستون: حاوی بیشتر از ۱۰٪ دانه

پکستون: دارای دانه و مقداری گل اهکی (میکریتی)

گرینستون: فاقد گل آهکی، سیمان اسپاری بین دانه‌ها (اسپاری)

مقیاس اندازه دانه‌ها در سنگ‌های آهکی و دولومیتی (فولک ۱۹۶۲):

	اجزای تشکیل دهنده دگرجا (یا حمل ونقل شده) نظیر انواع آلوکها	اجزای تشکیل‌دهندهٔ درجا (نظیر سیمانها)	
	کلسی رودایت خیلی دانه‌درشت	بسیار درشت بلور	
۶۴mm			
	کلسی رودایت دانه درشت		
۱۶mm			
	کلسی رودایت دانه متوسط		
۴mm			۴mm
	کلسی رودایت دانه ریز	خیلی درشت بلور	
۱mm			۱mm
	کلکار نایت دانه درشت	درشت بلور	
۰/۵mm			
	کلکارنایت دانه متوسط		
۰/۲۵mm			۰/۲۵mm
	کلکارنایت دانه ریز	متوسط بلور	
۰/۱۲۵mm			
	کلکارنایت خیلی دانه ریز		
۰/۰۶۲mm			۰/۰۶۲mm
	کلسی لوتایت دانه درشت	ریز بلور	
۰/۰۳۱mm			
	کلسی لوتایت دانه متوسط		
۰/۰۱۶mm			۰/۰۱۶mm
	کلسی لوتایت دانه ریز	خیلی ریز بلور	
۰/۰۰۸mm			
	کلسی لوتایت خیلی دانه ریز		
۰/۰۰۴mm			۰/۰۰۴mm
		بسیار ریز بلور (آفانوکریستالین)	
۰/۰۰۲mm			
۰/۰۰۱mm			۰/۰۰۱mm

طبقه‌بندی سنگ‌های آهکی (دانهام، ۱۹۶۲):

<table>
<tr><td rowspan="5">بافت رسوبی قابل تشخیص نیست</td><td colspan="5">بافت رسوبی‌قابل تشخیص است</td></tr>
<tr><td rowspan="4">اجزای‌اصلی در هنگام رسوب گذاری به یکدیگر متصل شده‌اند</td><td colspan="4">اجزای‌اصلی‌در هنگام رسوب‌گذاری‌به یکدیگر متصل نشده‌اند</td></tr>
<tr><td rowspan="3">فاقد گل دانه فراوان</td><td colspan="3">دارای‌گل کربناته، کوچکتر از ۲۰ میکرون</td></tr>
<tr><td rowspan="2">دانه فراوان</td><td colspan="2">گل فراوان</td></tr>
<tr><td>دانه بیشتر از ۱۰ درصد</td><td>دانه کمتر از ۱۰ درصد</td></tr>
<tr><td>کربنات متبلور</td><td>بایندستون</td><td>گرینستون</td><td>پکستون</td><td>وکستون</td><td>مادستون</td></tr>
</table>

طبقه‌بندی سنگ‌های آهکی (امبری و کلووان ۱۹۷۵ و جیفر ۱۹۹۲):

سنگهای آهکی برجازا (اتوکتون)			سنگهای آهکی نابرجازا (آلوکتون)	
اجزای اصلی درطی رسوب گذاری توسط موجودات به هم متصل شده‌اند			اجزای اصلی درطی رسوب گذاری توسط موجودات به هم متصل نشده‌اند	
توسط موجوداتی که پیکره یا اسکلت سختی را تشکیل می‌دهند	توسط موجودات قشرساز و محصور کننده	توسط موجوداتی که به صورت عوامل مزاحم عمل کرده‌اند	> ٪۱۰ دانه > ۲ mm	
			دانه‌های در اندازه بیش از ۲ میلی‌متر فراوان	ماتریکس فراوان
فریمستون	بایندستون	بافلستون	رودستون	فلوتستون

سنگ‌های آهکی ریفی: (تقسیم‌بندی ایمبری وکلووان)

۱- برجازا یا اتوکتون:

فریمستون: فسیل توده‌ای

بایند ستون: فسیل تیغه‌ای یا صفحه ای

بافلستون: فسیل ساقه‌ای

۲- نابرجازا یا آلوکتون:

فلوتستون: ماتریکس فراوان

۲- رودستون: دانه فراوان

توجه: در اجزای اصلی طی رسوب‌گذاری موجودات به هم متصل شده‌اند.

نکات:

هارد گراند یا سطوح سخت: سیمانی شدن زیردریایی همزمان با رسوب‌گذاری، در زمان رسوب‌گذاری کم را گویند.

هاردگراند سطوح نامنظم: مناطق عمیق

هارگراند سطوح منظم: مناطق کم عمق

آلوکم:

٪۵۰ > دانه: وکستون (Sparse)

٪۵۰ < دانه: پکستون (Packed)

٪۱۰ > دانه > ٪۱: مادستون (Fossiliferos)

کوکینا: نوعی گرینستون متشکل از خرده‌های فسیل کرینوییدی با جور شدگی خوب و سیمان کم.

۱- گل سفید (چاک): دانه‌ریز دارای میکروفسیل، متخلخل دارای شکنندگی و تردی، رنگ سفید و دارای کلسیت شفاف.

۲- تراورتن و توف آهکی: ایجاد براثر تبخیر در چشمه‌های آهک ساز، تراورتن دارای حفرات و خلل و فرج بزرگ و سخت‌تر از توف است.

۳- کالیچ: رسوبات کربنات کلسیم که منشأ تبخیری دارند.

۴- مارن: سنگ آهکی دارای رس (۳۵٪ تا ۶۵ رس)

توجه:

تخلخل‌ها تبعیت از فابریک: (A) بین‌ذره‌ای، روزنه‌ای، پناهگاهی و حاصل از رشد

تخلخل عدم تبعیت از فابریک: (B) کانالی، حاصل از خشک‌شدگی، بارو وبورینگ و حاصل از برشی شدن

دولومیت ها: (کانی ← دولومیت، سنگ ← دولستون)

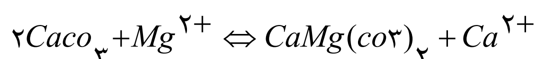
دولومیت اولیه: پروتودولومیت

ثانویه: اپی ژنتیک: مراحل اولیه دیاژنز

اپی ژنتیک: مراحل پایانی دیاژنز

دولومیت اولیه یا سین ژنتیک: منظم، دولومیکریت، پروتودولومیت (وسعت و حجم کم)

دولومیت ثانویه یا اپی ژنتیک: نامنظم، دولومیت کریستالین، درشت بلوردروغین (وسعت و حجم زیاد)



$$2CaCO_3 + Mg^{2+} \Leftrightarrow CaMg(CO_3)_2 + Ca^{2+}$$

کلسیت (دولومیتی شدن) = دولومیت

دولومیت (دولومیتی زاسیون) = کلسیت

دولومیت: ساختمان زونینگ، رومبوئدر، بندرت ماکل دار، خاموشی موجی.

کلسیت: فاقد زونینگ، بندرت رومبوئدر، ماکل دار

دولومیتی شدن مولکول به مولکول: ایجاد ۱۳٪ تخلخل

دولومیتی شدن حجم به حجم: تخلخل ندارد (تخلخل بین‌دانه‌ای)

دولومیت اولیه: نفوذناپذیر، دانه‌ریز، سین ژنتیک

دولومیت ثانویه: نفوذپذیر، دانه‌درشت، شکری، دیاژنزی

تقسیم سنگ‌های کربناته بر اساس مقدار دولومیت، سنگ آهک و ناخالصی‌ها:

۱- سبخا، PH و درجه شوری در آن زیاد است ← دولومیت اولیه

۱-۱- پمپ تبخیری (حرکت به سمت بالا)

۱-۲- رفلکس دولومیتی شدن (حرکت به سمت پایین)

۱-۳- دولومیتزایی در اثر تبخیر در داخل حوضه‌های بسته دولومیت ثانویه.

۱-۴- دولومیتزایی بر اساس مدل دورگ و بدیع الزمانی: اگر آب شیرین + آب‌شور کنیم از دولومیت اشباع می شود و درنتیجه دولومیت به‌صورت حجم به حجم جانشین کلسیت می شود. (دولومیت ثانویه)

توجه: مدل دورگه (مخلوط) و سبخا (در عمق بیش از ۱/۵ m) قادر به تشکیل دولومیت در مقیاس وسیع نیستند.

توجه: مدل برای گسترده: ۱ – دریاهای کم عمق با شوری بالا (اولیه)، ۲ – محیط تحت‌الارضی (ثانویه)

توجه: دولومیت عهد حاضر نامنظم‌تر از عهد قدیم است.

شرایط تشکیل دولومیت:

۱- نسبت $\frac{Mg^{2+}}{Ca^{2+}}$ در ۲۵ c باید حداقل برابر یک باشد وگرنه کلسیت تشکیل می شود (چنانچه شـوری بـالا باشـد، این نسبت باید از ۸ بیشتر باشد)

۲- نسبت و درجه حرارت محیط بالا باشد.

۳- آب دریا نسبت به دولومیت غنی باشد.

۴- خاصیت نفوذپذیری سنگ بالا باشد.

۵- PH از ۹ بالاتر باشد.

انواع تخلخل در سنگ‌های کربناته:

تخلخل اولیه: ۱- بین‌دانه‌ای ۲- داخل دانه‌ای ۳- بین‌بلوری (دولومیت ها) ۴- قالبی (حذف دانه‌ها بر اثر انحلال) ۵- شبکه‌ای

تخلخل ثانویه: ۱- حاصل از شکاف در سنگ‌ها (فرکچر) ۲- کانالی ۳- حفره‌ای (واگولار) ۴- غاری (کاورن)

توجه: تخلخل اولیه وابسته به فابریک سنگ است درصورتی‌که تخلخل ثانویه وابسته به فابریک نیست.

$$\text{تخلخل مؤثر سنگ ٪} = \frac{\text{حجم تمام منافذ مرتبط به هم سنگ}}{\text{حجم کل سنگ}} \times ۱۰۰$$

نفوذپذیری: تخلخل مؤثر سنگ که ازنظر اقتصادی اهمیت دارد (میلی دارسی).

نفوذپذیری $Q = \frac{Kap}{\mu L}$

K = ثابت نفوذپذیری، a سطح مقطع، p اختلاف فشار، L طول، μ غلظت.

منشأ تخلخل سنگ‌های آهکی: ثانویه و ماسه‌سنگ‌ها: اولیه

تخلخل حفره‌ای یا Vuggy یا کانالی یا غاری فابریک را قطع می‌کند.

توجه: با افزایش اندازه دانه‌ها، تخلخل مفید و نفوذپذیری افزایش و تخلخل غیرمفید کاهش می‌یابد.

تخلخل: چرت < پورسلانیت < دیاتومیت

منشأ تخلخل سنگ آهک: ثانویه و ماسه‌سنگ: اولیه.

نگاهی به نکات سنگ‌شناسی رسوبی:

نکات طبقه‌بندی فولک (سنگ‌های آهکی):

۱- در نام‌گذاری ابتدا نام مهم‌تر می‌آید.

۲- ترتیب نام‌گذاری (پل < بایو < اُاُ < اینترا)

۳- وجود یک فسیل مهم را به انتهای نام اضافه می‌کنیم.

۴- ۱۰٪ < دانه آواری یا دولومیتی شدن باشد، باید در نام آورده شود.

۵- جور شدگی وقتی مطرح می شود که آلوکم ها از یک نوع نباشد.

۶- نشانه گرد شدگی خوب فقط فسیل‌ها می‌باشند.

۷- لفظ رودایت نشانه این است که دانه‌ها ۲ mm < است.

سنگ‌های آهکیِ فاقد بافت رسوبی: سنگ آهک کریستالین و دولومیت کریستالین

آب‌وهوای مرطوب: کوارتز زیاد است

آب‌وهوای خشک: منشأ دگرگونی: خرده سنگ (L)؛ منشأ پلوتونیکی: فلدسپات (F)

رسوبات بخش جلویی دلتا: به سمت بالا درشت می‌شوند.

رسوبات کانالی: به سمت بالا ریز می‌شوند.

دلتاهای امروزی: دلتا کشیده، به بالا ریز شونده، دارای خلیج بین رودخانه.

دلتاهای قدیمی: دلتای پهن، به بالا درشت شونده، فاقد خلیج بین رودخانه

دوره‌های یخچالی شامل: پروتروزوئیک پیشین، پرکامبرین پسین (تأثیر در تمام قاره‌ها)، اردویسین، پرمو، کربونیفر و سنوزوئیک پسین.

فسیل‌ها (بایو) اپی فون: در سطح رسوبات زندگی می‌کند.

فسیل‌ها (بایو) این فون: داخل رسوبات زندگی می‌کند.

دوکفه‌ای‌ها:

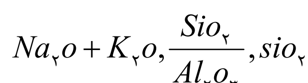
- اینفونال: زندگی داخل رسوب
- اپی فونال: چسبیده به بستر زیست سخت
- نکتونیک: شناگر
- پلانکتونیک: شناور

ساختمان تپی: در سنگ آهک قبل از جزر و مدی ایجاد قطع‌شدگی در لایه‌بندی به فرم تاقدیس کاذب.

استیلولیت بدون استثناء دانه – سیمان – ماتریکس را قطع می‌کند.

عمده زمان تشکیل دولومیت منطبق بر سطح آب جهانی (انتهای پالئوزوئیک – ژوراسیک و کرتاسه) است.

تعیین مجوریتی شیمیایی ماسه‌سنگ‌ها به‌وسیله:



$Na_2o + K_2o, \frac{Sio_2}{Al_2o_3}, sio_2$

ماسه‌سنگ‌ها:

در کریتونها: کوارتز ↑

در ریفت قاره‌ای: فلدسپات ↑

در قوس‌ها: خرده سنگ ↑

داشتن ۱۰٪ < دولومیت منشأ معلوم Dolomitized پیشوند

منشأ نامعلوم: Dolomite پیشوند.

نوشکلی یا نئومورفیسم: جلبک قرمز < شکم پایان < گاستروپودا < جلبک سبز

آهک تیپ III فولک: دارای کمترین آلوکم، بیشترین سیمان، کم انرژی (میکریت)

گرینستون = TYPE I = کلسی رودایت = جور سنگ = ورن ستون

اگر میزان ناخالصی سنگ‌ها کربناته ۵۰٪ < باشد سنگ غیر کربنات است

فرآیندهای فیزیکی دیاژنز: فشردگی و انحلال جامد

انواع ماتریکس (پتی جان) آواری: پرتوماتریکس، از خارج محیط

غیر آواری: سودو ماتریکس، در داخل محیط

حالت استیکیومتریک در دولومیت = ۵۰٪ Mg = ۵۰٪ Ca

هر گل‌سنگی که خاصیت تورق داشت به اول آن کلمه شیل را اضافه می‌کنیم.

کنگلومرا دانه افزون: رودخانه‌ای، گل افزون: حاصل از جریان گلی و یخچالی.

سه نوع اجزاء غیر آواری: ماسه‌سنگ‌ها آهکی، گلوکونیتی، فسفاتی

مانع رشد بلورهای میکریتی: Mg و رس

مهم‌ترین مسئله در ماسه‌سنگ‌ها: سیمانی شدن به علت فراوانی کانی رسی

شیل ها: فشردگی براثر وجود مواد آلی.

تخلخل در عمق:

کم: ماسه‌سنگ لیتیکی

متوسط: ماسه‌سنگ فلدسپاتی

زیاد: ماسه‌سنگ کوارتزی

- آئولیانیت یا ائولیانیت: رسوب بادرفتی
- کانتوریت: رسوب مخصوص اعماق دریا

لامینیت: رسوب ورقه‌ای (لامینه ای)

لوسیت: رسوب سیلتی سخت شده

تمپستیت: نهشته شده توسط طوفان

تایدالیت: رسوب بین حد جزر و مدی

توربیدیتی: نهشته شده توسط جریان توربیدیتی

- ✓ بافت سنگ‌های آذرین و دگرگونی بدون حفره و متراکم است، درحالی‌که در سنگ‌های رسوبی بین دانه‌های پراکنده در متن سنگ فضای خالی وجود دارد.
- ✓ فابریک سنگ‌های رسوبی شامل دو بخش دانه‌ها و ذرات اصلی سنگ (اسکلت) و فضاهای خالی (فابریک رابطه بین ذرات و ماتریکس است)، است.
- ✓ وجود فضاهای خالی پر نشده موجب تراوایی سنگ می‌گردد.
- ✓ سنگ‌های رسوبی را می‌توان به سه دسته شیمیایی بافت سنگ‌های آذرین و دگرگونی بدون حفره و متراکم بیوشیمیایی و تخریبی (آواری) تقسیم می‌کنند.
- ✓ عوامل ایجاد سنگ‌های تک کانی رسوبی را شیسته شدن، هوازدگی، فرسایش و آسیاب شدن طبقات قدیمی و رسوب مجدد آن‌ها می‌دانند.
- ✓ کانی‌ها یا الوژنیک (نابرجا) هستند و در جای دیگر به وجود آمده و به داخل رسوبات منتقل شده‌اند و یا اتوژنیک (برجا) هستند و در محل تشکیل شده و بدون جابجایی (ثانوی) هستند.
- ✓ تقسیم‌بندی فولک برای رسوبات بر اساس منشأ و طرز تشکیل آن‌ها است.
- ✓ رسوبات یا از مواد تخریبی و آواری (خرده‌سنگ‌ها و کانی‌های) یا از مواد شیمیایی نابرجا (آلوکمیکال) و یا از مواد شیمیایی برجا (ارتوکمیکال) ساخته‌شده‌اند.
- ✓ مواد شیمیایی آلوکم پس از نهشتگی متعاقباً به‌صورت ذرات و مواد جامد به نقاط دیگر حوضه منتقل شده‌اند.
- ✓ آلوکم ها شامل فسیل، الیت، پلت آهکی، اینترا کلست (کربناته) است.
- ✓ ارتوکمها عبارت‌اند از میکریت، اسپارایت، کلسیت میکروکریستالین، آهک دولومیتی، دولستون، گل کربناته و تبخیری‌ها.
- ✓ سنگ‌های رسوبی را به چند نوع زیر تقسیم می‌کنند:
- ✓ T سنگ‌های تخریبی (۷۵-۶۵٪)، مادستون، سندستون، کنگلومرا
- ✓ IA سنگ‌های شیمیایی نابرجای ناخالص (۱۰-۱۵٪)، شیل پر فسیل، سنگ آهک‌ماسه‌ای‌فسیل‌دار
- ✓ IO سنگ‌های شیمیایی برجای ناخالص (۲-۵٪)، سنگ آهک‌رس دار دانه‌ریز
- ✓ A سنگ‌های شیمیایی نابرجا (۸-۱۵٪)، سنگ آهک اینتراکلست دار یا پلت، فسیل، االیت دار
- ✓ سنگ‌های شیمیایی برجا (۲-۸٪)، سنگ آهک میکروکریستالین یا دولومیت، انیدریت و چرت
- ✓ اندازه‌گیری دانه‌ها به سه روش الک کردن ($d>62\mu$)، روش مستقیم (دانه‌های خیلی بزرگ با کولیس و خط کش) و قانون استوکس یا هیدرومتری (برای سیلت و رس) استفاده می شود.

- ✓ در مورد ارتباط اندازه دانه‌ها و محیط رسوبی آن‌ها همواره استثنائاتی وجود دارد، بنابراین باید چند پارامتر دیگر نیز مدنظر قرار گیرد.
- ✓ در بسیاری موارد ذرات دانه‌ریز در فاصله زیاد و ذرات درشت در فاصله کمی از منشأ رسوب تجمع می‌کنند(استثناها).
- ✓ اندازه دانه‌های رسوبی به قدرت و انرژی جریان آب در محل بستگی دارد نه به فاصله از منشأ.
- ✓ میانگین اندازه دانه‌های رسوب بستگی به دامنه تغییرات اندازه دانه‌ها و میزان انرژی (سرعت و تلاطم) آب.
- ✓ در مجموعه‌های رسوبی با کاهش انرژی، عامل انتقال تضعیف‌شده و دانه‌های رسوبی ریزتر می‌گردند.
- ✓ جورشدگی دانه‌ها به عوامل زیر بستگی دارد، تنوع اندازه دانه‌ها در رسوب منشأ، نوع بستر (جنس و کیفیت) و سرعت یا شدت آبگذری.
- ✓ ناجوری رسوبات منشأ باعث ناجوری رسوبات بعدی خواهد شد.
- ✓ رسوبات ساحلی دارای جورشدگی خوب، رودخانه‌ای جورشدگی متوسط و رسوبات یخچالی دارای جورشدگی بد هستند.
- ✓ اگر جنس بستر یکسان باشد، در نهایت رسوبات جور شده و یکدستی حاصل می‌شوند.
- ✓ اگر سرعت آبگذری ثابت باشد، جورشدگی بهتر و اگر سرعت آبگذری متغیر باشد، جورشدگی بدتر به وجود می‌آید.
- ✓ بهترین جورشدگی در جریان‌های منظم با شدت متوسط دیده می شود.
- ✓ بهترین جورشدگی در ماسه‌های نرم (۱/۴-۱/۸ میلی‌متر) دیده می شود (φ۳-۲) و جورشدگی بد در ماسه‌های خیلی درشت (۱-۲ میلی‌متر و یا φ۱-۰) دیده می شود.
- ✓ در رسوبات تخریبی (رودخانه‌ای و ساحلی) سه نوع تجمع رسوبی دیده می شود؛ رده شن و قلوه‌سنگ (گرانول) که حاصل شکستن توده‌های سخت و بزرگ است، رده ماسه و سیلت درشت (پایدار) که هم‌اندازه ذرات سنگ است و رده رس که حاصل واکنش‌ها و تجزیه سنگ مادر یا مواد خاکی است.
- ✓ محیط تشکیل یک رسوب مشخص در میزان جورشدگی آن دخالت دارد (جورشدگی از رسوبات یخچالی تا رودخانه‌ای و ساحلی بهتر می شود).
- ✓ مورفولوژی دانه‌ها شامل شکل (فرم)، کرویت، گردشدگی و شکل سطوح می‌گردد.
- ✓ شکل یا فرم رابطه بین سه بعد یک جسم است (مکعبی، کشیده‌ای (میله‌ای) و مسطح و صفحه ای و تیغه‌ای).

- ✓ کرویت رابطه کمی سه بعد یک جسم است و به عبارتی نزدیک بودن اندازه ابعاد سه‌گانه جسم را کروی می‌دانند.
- ✓ کرویت کره برابر ۱ و برای ماسه ۰/۷-۰/۶ است
- ✓ فرمول کرویت به‌صورت $\Psi = \sqrt[3]{V_P/V_{Cs}}$
- ✓ فرمول کرومبین برای محاسبه کرویت $SP = \sqrt[3]{IS/L^2}$ (L قطر بزرگ، S قطر کوچکتر و I قطر متوسط)
- ✓ گردشدگی میزان تبدیل لبه‌های تیز دانه به لبه‌های گرد شده است.
- ✓ گردشدگی =شعاع بزرگ‌ترین دایره محاطی R_c/میانگین شعاع تمام گوشه‌ها$\sum R/n$
- ✓ مقیاس ρ برای گرد شدگی

- ✓ ۰/۵ بسیار زاویه‌دار ۱ زاویه‌دار ۲ نسبتاً زاویه‌دار ۳ نسبتاً گرد شده ۴ گرد شده ۵ سیار گرد شده ۶
- ✓ شکل سطوح خارجی ذرات به هوازدگی، فرسایش‌های مکانیکی، شرایط محیطی و ... بستگی دارد.
- ✓ سائیدگی منجر به ایجاد سطح سایش می‌شوند که به‌اندازه دانه‌ها بستگی دارد.
- ✓ منشأ (محیط رسوبی اولیه)، زمان، عامل انتقال، محیط‌های انتقال روی شکل و فرم دانه تأثیر دارند.
- ✓ انتقال ذرات اندازه آن‌ها را کاهش می‌دهد. اندازه انتهایی ذرات بیشتر ناشی از محیط اولیه و منشأ است.
- ✓ اصطکاک و سائیدگی در کرویت ذرات نقش دارند (ماسه‌های بیشتر).
- ✓ رابطه بین mm , φ: $\varphi = -Log^{d}_{2}$ (φ برای سیستم کرومباین کاربرد دارد).
- ✓ گراول مجموعه رسوباتی است با ذرات بزرگتر از ۲ میلی‌متر، بطوریکه حداقل ۵۰٪ ذرات بزرگتر از ۲ میلی‌متر باشند.
- ✓ پس از دیاژنز G, M, S به ترتیب سنگ‌های ماسه‌سنگ، مادستون و کنگلومرا را می‌سازند.
- ✓ در تقسیمات فولک دو عامل مهم است، مقدار گراول و نسبت ماسه به گل (برای تعیین میزان سرعت جریان و شسته شدگی).
- ✓ در طبقه‌بندی ونت ورث حداقل مقدار لازم برای اضافه کردن پسوند به اسم، ۲۰٪ است. مثل کنگلومرای ماسه ای یا ماسه‌سنگ سیلتی.
- ✓ سنگ‌های تخریبی دانه‌درشت (روداسه یا رودایت) ذراتی بزرگتر از ۲ میلی‌متر دارند و کنگلومرا و برش را شامل می‌شوند.
- ✓ سنگ‌های روداسه دودسته کنگلومرا (ذرات گردشده) و برش (ذرات زاویه‌دار) را می‌سازند.
- ✓ رابل مجموعه رسوبی است با ذرات درشت رودایتی زاویه‌دار، که پس از دیاژنز برش‌ها را می‌سازند.

- ✓ تجمع‌های گراولی را می‌توان در سواحل، رودهای شیب‌دار و مخروط افکنه ها یافت.
- ✓ ساخت گراولها شامل دو بخش اسکلت یا دانه‌ها و حفرات یا فضای بین‌دانه‌ای است.
- ✓ فضاهای بین دانه‌ها در گراول و کنگلومرا توسط مواد ریز پر شده، بنابراین ساخت دوگانه یا بایمودال را بوجود می‌آورند.
- ✓ اگر جریان‌های نوسانی آب ذرات ریز مابین را شسته و ببرد، حاصل گراول شسته شده خواهد بود.
- ✓ در مجموعه‌های گراولی تنوع اندازه ذرات شدید بوده و از رس تا تخته‌سنگ تغییر می‌کند.
- ✓ مراحل یک مطالعه مکانیکی: عبارت‌اند از گروه‌بندی رسوبات، تعیین فراوانی دانه‌ها (درصد وزنی)، ترسیم منحنی تجمعی یا هیستوگرام.
- ✓ ترکیب سنگ‌دانه درشت به جنس منشأ، هوازدگی و فرسایش‌های بعدی بستگی دارد.
- ✓ در فرسایش مشابه، گرانیت به آرکوز، سنگ آهک به محلول کربنات کلسیم تبدیل می شود و کوارتزیت به‌صورت دست‌نخورده باقی می‌ماند.
- ✓ گراولها با ماسه‌سنگ‌ها در موارد زیر متفاوت‌اند، گراولها از خرده سنگ و ماسه‌ها از خرده‌های کانی درست‌شده‌اند، گراولها دوگانه و بایمودال هستند و ماسه‌ها یونی مودالند، گردشدن گراولها در فاصله کمی از منشأ و به‌سرعت انجام می شود و گردشدگی ماسه‌ها به‌کندی و ضمن فواصل طولانی حاصل می شود. کاهش اندازه در گراولها در امتداد جریان آب صورت می‌گیرد ولی در ماسه‌ها این تغییرات نامحسوس است و گسترش و ضخامت گراولها نامحدود است درحالی‌که ماسه‌ها گاهی منطقه‌ای وسیع را دربر می گیرند.
- ✓ اسکلت کنگلومرای برون حوضه‌ای را گراولهای تخریبی از منشأ قاره‌ای (خشکی) تشکیل می‌دهد.
- ✓ ارتوکنگلومراها دو نوع مشخص دارند، ارتوکوارتزیتی که ترکیب ساده دارد، ذرات آن مقاوم هستند و در حواشی بستر رودخانه‌ها و سواحل پر موج تشکیل می‌شوند. در نوع پترومیکتیک دانه‌های درشت فلدسپات و خرده‌سنگ‌های دیگر (مواد ناپایدار بیشتر از ۱۰٪) دارد و ضخیم و گوه‌ای شکل است.

ازنظر منشأ	درون‌حوزه‌ای (اینترافورمیشنال)	تشکیل‌درداخل‌حوضه، همزمان‌بارسوبگذاری و قطعات یک جنس	آهکی و شیلی
	برون‌حوضه‌ای (اکسترافورمیشنال)	تشکیل‌درخارج‌حوضه، قطعات ناهمجنس	ارتو... و پارا...

ازنظر ترکیب شیمیایی قطعات	الیگومیکتیک	قطعات یک جنس	
	پلی میکتیک	قطعات از جنس‌های مختلف (چند منشایی)	
از نظر بافت	پاراکنگلومرا	ماتریکس از دانه بیشتر و ماتریکس بیش از ۱۵٪ (غیرعادی)	
	ارتوکنگلومرا	دانه از ماتریکس بیشتر و کمتر از ۱۵٪ (عادی)	ارتوکوارتزیت و پترومیکتیکی

- ارتوکنگلومرا دارای اسکلت سخت و به هم فشرده است و مربوط به محیط آب‌های جاری (پرانرژی) است.
- اکثر کنگلومراهای قدیمی پترومیکتیکی هستند.
- در کنگلومرای پترومیکتیکی بین اندازه دانه‌ها و ضخامت طبقه رابطه مستقیم وجود دارد (اندازه دانه‌ها در امتداد جریان کاهش می‌یابد).
- در پاراکنگلومرا، آب در تشکیل آن دخالت مستقیم ندارد بلکه جابجایی آن نقش دارد (در پاراکنگلومرا ماتریکس از دانه بیشتر است).
- در پاراکنگلومرا خمیره باید از ۱۵٪ بیشتر باشد.
- واژه‌های تیل و بولدر به‌طورکلی مربوط به محیط یخچالی هستند (معادل پارا کنگلومرا).
- اگر مقدار شن در پاراکنگلومرا به حد زیاد و قابل‌شمارشی کاهش یابد، بهتر است واژه آرژیلیت کنگلومرایی به کار رود.
- تیل توده‌های مجتمع و بدون لایه‌بندی دارای ذرات زاویه‌دار با قطر بیشتر از ۲ میلی‌متر است که دارای ماتریکس رسی است و بعد از دیاژنز تیلیت را می‌سازد.
- وجود کنگلومرای درون حوضه‌ای دلیلی بر انفصال رسوب‌گذاری (پسروی) نیست بلکه یکی از علل تشکیل آن کاهش شدید عمق آب است.
- کنگلومرای درون چینه‌ای یا آهکی است که اسکلت آن از خرده‌سنگ‌های آهکی-دولومیتی با قطر بیشتر از ۲ میلی‌متر است و در سواحل آهکی کم عمق تشکیل می‌شوند و یا شیلی هستند که اسکلت آن‌ها از خرده‌سنگ‌های سیلتستون و شیل است و خمیره ماسه ای دارد.

- ✓ برش سنگ تخریبی با ذرات زاویه‌دار در ابعاد بیشتر از ۲ میلی‌متر است.
- ✓ انواع برش عبارت‌اند از پیروکلاستیک (توده‌های آذرین و آتش‌فشانی)، کاتاکلاستیک که حاصل تکتونیک و عوامل مکانیکی است (زمین‌لرزه و گسل و چین) و خود به سه نوع گسلی، چین‌خوردگی و شکستگی است، متئوریک (آسمانی) و اپی کلاستیک یا رسوبی که حاصل هوازدگی سنگ‌های قبلی است. انواع دیگر آن‌ها لغزشی و فروریختگی انحلالی است.
- ✓ یک مجموعه ماسه ای (ناپیوسته) شامل دو بخش اسکلت تخریبی و حفرات و روزنه‌ها است.
- ✓ تخلخل اولیه کلیه فضاها و حفرات درون اسکلتی را شامل است.
- ✓ اتصال ذرات ماسه مماسی است نه کامل و تداخلی.
- ✓ خمیره یا ماتریکس، مواد پرکننده تخریبی است در اندازه سیلت و رس (قطر کمتر از ۱/۱۶ میلی‌متر).
- ✓ سیمان مواد پرکننده است با منشأ شیمیایی.
- ✓ ترکیب و کانی‌شناسی ماسه‌سنگ‌ها شامل موارد زیر است؛ کوارتز (۵۰-۳۵٪)، فلدسپات (۵-۱۵٪)، خرده‌سنگ‌ها (۵-۱۵٪)، کانی‌های رسی (۲۵-۲۰٪)، کانی‌های سنگین (۰/۱-۱٪).
- ✓ گرایوک ها ماسه‌سنگ‌هایی هستند با ۱۵-۷۵٪ خمیره.
- ✓ در سنگ‌های رسوبی کانی‌های محدود ولی با مشتقات و اشکال متنوع به کار می‌روند (به علت تنوع در مکانیسم تشکیل).
- ✓ منشأ کانی‌های رسوبی یا تخریبی و آواری است و یا شیمیایی (برجا یا ارتوکم و نابرجا یا آلوکم) است.
- ✓ عوامل فراوانی کانی‌های تخریبی (قاره‌ای) در ماسه‌سنگ‌ها، دسترسی و تأمین کانی‌ها و پایداری شیمیایی و فیزیکی آن‌ها است.
- ✓ از روی فراوانی نسبی کانی‌ها در رسوبات به ترکیب شیمیایی منشأ پی می‌بریم، ماسه‌سنگ آرکوزیک از تخریب گرانیت و ماسه کربناته از تخریب طبقات آهک و دولومیت حاصل می‌آیند.
- ✓ عوامل مقاومت فیزیکی کانی‌ها سختی بالا و فقدان کلیواژ است.
- ✓ در سری باون کانی‌های حرارت کم و رطوبت بالا در سطح زمین مقاوم‌ترند.
- ✓ کانی‌های اتوژنی یا کانی‌های حرارت کم در سری باون، می‌توانند در فرایندهای رسوبی هم تشکیل شوند (به‌صورت درجا)، مثل آلبیت و ارتوز و کوارتز.
- ✓ خاموشی موجی کوارتز در اثر فشارهای مکانیکی، پس از تبلور بوجود می‌آید که در کوارتزهای متامرفیک (کشیده) دیده می‌شوند.

- ✓ کوارتز ولکانیک دارای اینکلوزیون های زیاد است.
- ✓ لایه‌ها یا تیغه‌های به هم، خطوط موازی یا دوایر متحدالمرکزی است متشکل از حباب‌های بسیار کوچک که ناشی از فشارهای شدید دگرگونی است.
- ✓ حفرات واکوئل، اینکلوزیونهای پرشده از گاز و مایعات مختلف می‌باشند که اگر دارای گاز باشند روشن و اگر دارای مایع باشند قهوه‌ای‌رنگ خواهند بود.
- ✓ منشأ واکوئل ها از هیدروترمال است.
- ✓ به علت مقاومت فیزیکی و پایداری شیمیایی، کوارتز فراوان بوده و ۳۵-۵۰٪ رسوبات تخریبی را شامل می شود.
- ✓ شکل دانه‌های کوارتز بستگی به سنگ مادر (منشأ) دارد.
- ✓ در اغلب ماسه‌سنگ‌ها اندازه کوارتز تخریبی کمتر از ۱ میلی‌متر (۰/۶) است (مونوکریستالین معمولی).
- ✓ انحلال کوارتز در هوازدگی ناچیز است ولی در زیرزمین (فشار و حرارت ملایم) کوارتز حل می شود (مرزهای مضرس).
- ✓ کوارتز به انواع آتش‌فشانی (پلوتونیک، ولکانیک و هیدروترمال)، دگرگونی (دارای شیستوزیته و کشیده) و تخریبی رسوبی (فراوان و دارای جورشدگی خوب) که نوع سوم در چرخه های دوم به بعد، بدون سیمان اتوژن است.
- ✓ فراوان‌ترین نوع کوارتز، پلوتونیک بوده که منشأ آن گرانیت باتولیتی یا گنیسی است (کریستالهای منفرد و درشت).
- ✓ در دگرگونی فشار زیاد، کوارتز ذوب شده و مجدداً متبلور می شود (بافت موزاییکی).
- ✓ کوارتز ولکانیکی با فلدسپاتهای زونه همراه است.
- ✓ کوارتز پلی کریستالین منشأ ولکانیک یا دگرگونی دارد (درشتی دانه کوارتز با پلی کریستالین بودن آن ارتباط مستقیم دارد).
- ✓ از فلدسپات در رسوبات تخریبی برای مطالعه آب‌وهوای دیرینه استعمال می شود.
- ✓ فلدسپاتها بین ۱۵-۵٪ حجم سنگ تخریبی را شامل می شود و دارای مقاومت کم و هوازدگی سریع هستند (ارتوز از میکروکلین و میکروکلین از پلاژیوکلازها پایدارتر است).
- ✓ انواع فلدسپاتها در سنگ‌های رسوبی، ارتوز، سانیدین، میکروکلین، آنورتوز و پلاژیوکلازها (از آلبیت تا آنورتیت) می‌باشند.
- ✓ برای تشخیص کوارتز و ارتوز می‌توان از حاشیه بک، رنگ، کلیواژ، بی‌رفرنژانس و ماکل استفاده می شود.
- ✓ منشأ فلدسپاتها فقط آذرین و دگرگونی است.

- ✓ باگذشت زمان فلدسپاتها کوچکتر و گردتر می‌شوند (مقاومت و سختی کوارتز از فلدسپاتها بیشتر است).
- ✓ یک رسوب آرکوز (ماسه‌سنگ فلدسپاتی) ممکن است به‌مرورزمان به ساب آرکوز یا ارتوکوارتزیت (بالغ‌تر) تبدیل گردد.
- ✓ چهار نوع تجزیه مهم در فلدسپاتها، کائولنی شدن، سرسیتی شدن (ایلیتی)، انحلال و واکوئلی شدن (متداول‌ترین) است.
- ✓ کائولینی شدن در هوازدگی شدید و هیدروترمال، سرسیتی شدن در هیدروترمال، انحلال در هوازدگی ایجاد می‌شوند.
- ✓ مکان تجزیه فلدسپاتها در یکی از سه منطقه زیر است، درون توده گرانیتی (هیدروترمال)، در پوشش خاکی منشأ (هوازدگی) و در عمق بیرون‌زدگی‌ها (آب زیرزمینی).
- ✓ خرده‌سنگ‌ها اندازه‌ای در حد ماسه داشته (۱/۱۶-۲ میلی‌متر) و دارای ویژگی‌های سنگ منشأ هستند و به سه دسته آتش‌فشانی V.R.F، دگرگونی M.R.F و رسوبی S.R.F می‌باشند.
- ✓ (V.R.F) خرده‌سنگ‌های آتش‌فشانی بیشتر شامل میکاها (مسکوویت، بیوتیت، کلریت) بوده و به آسانی تجزیه می‌شوند (۱-۲٪ رسوبات).
- ✓ (M.R.F) خرده‌سنگ‌های دگرگونی حاصل خرد شدن اسلیت، فیلیت، شیست و گنیس هستند (فیل آرنایت).
- ✓ خرده‌سنگ‌های دگرگونی طویل و صفحه ای شکل هستند و مقاومت آن‌ها به کانیهای سازنده بستگی دارد.
- ✓ اگر کوارتز گرد شده و خرده‌سنگ‌های میکا دار باهم در یک سنگ دیده شوند، دو منشأ متفاوت را معرفی می‌باشند.
- ✓ (S.R.F) خرده‌سنگ‌های رسوبی شامل خرده‌های شیل، سنگ آهک و چرت و ...است که مقاوم نبوده و مبین حمل محدود و کوتاه‌اند.
- ✓ ذرات و کانیهای رسی، از ۴ میکرون کوچکتر بوده و سیلیکات‌های آبدار آلومینیوم می‌باشند (کائولن K، ایلیت Fe، مونت موریونیت Mg).
- ✓ کانیهای دیگر رسی کلریت، ورمیکولیت، بوکسیت، گیبسیت، گلوکونیت، نانترونیت، شاموزیت است.
- ✓ رسها ۲۰-۲۵٪ سنگ‌های رسوبی تخریبی را شامل می‌شوند.
- ✓ سنگ‌های رسی یا از تخریب سنگ‌های رس دار قدیمی یا از دیاژنز زیردریایی، هوازدگی سیلیکات‌ها، هوازدگی خاکستر آتش‌فشانی (زیردریایی) و دیاژنز درون طبقه‌ای و دگرگونی بوجود می‌آیند.
- ✓ رسها در رسوبات جوان بیشتر به‌صورت ماتریکس رسی (ایلیت) وارد می‌شوند.

- ✓ اکثر رسها حاصل هوازدگی و تجزیه فلدسپاتها هستند.
- ✓ سنگ‌های قلیایی در صورت هوازدگی منیزیم آزاد می‌کنند و مونت موریونیت تشکیل می شود و سنگ اسیدی یا پتاسی آزاد می‌کنند و ایلیت تشکیل می‌دهند (در شکستگی ناقص) و یا پتاسیم و منیزیم آزاد می‌کنند که منجر به تشکیل کائولن (شکستگی کامل) و در مناطق استوایی با هوازدگی طولانی بوکسیت تشکیل می شود.
- ✓ هوازدگی خاکستر آتش‌فشانی (زیردریا) مونت موریونیت و گاهی ایلیت تشکیل می شود (اگر کانیهای همراه مونت موریونیت پلاژیوکلاز، بیوتیت، آپاتیت و زیرکن بودند، منشأ آتش‌فشانی است).
- ✓ دیاژنز زیردریایی موجب تجزیه و تغییر کانیهای رسی می‌گردد (ایلیت با آزاد کردن منیزیم به کاریت و ایلیت به ایلیت افت کرده تبدیل می شوند).
- ✓ کائولن بیشتر در خشکی و ایلیت و مونت موریونیت بیشتر در دریا گسترش دارند.
- ✓ با انجام دیاژنز درون طبقه‌ای و متامرفیسم کائولن و مونت موریونیت به کلریت و ایلیت و بعد به سرسیت و سپس به مسکویت تبدیل می شود
- ✓ کانیهای رسی مهم عبارت‌اند از؛ کائولن (هوازدگی شدید فلدسپات)، سرسیت (مسکویت ناخالص و دانه‌ریز)، ایلیت (محیط غنی از پتاسیم، هوازدگی گرم و نیمه خشک)، گیبسیت یا بوکسیت (هوازدگی گرم و مرطوب و طولانی استوایی)، مونت موریونیت (محیط غنی از منیزیم، از تجزیه خاکستر آتش‌فشانی و هوازدگی سنگ قلیایی)، کلریت (غنی از آهن، حاصل دیاژنز درایی، هوازدگی قلیایی ها و تدفین عمقی و دگرگونی) و مخلوط لایه ایلیت و مونت موریونیت (مراحل اولیه هوازدگی گرم و مرطوب).
- ✓ کانیهای سنگین دارای وزن مخصوص زیادی هستند (d=2/85) و با مایع برموفرم آن‌ها را تفکیک می‌کنند. شامل ۰/۱-۰/۵-۱٪ کانیهای تخریبی سنگ می‌باشند و نسبت به کوارتز سختی و پایداری کمتری دارند (اندازه و مقدار آن‌ها با شدت هوازدگی و فرسایش بستگی مستقیم دارد).
- ✓ نسبت هیدرولیکی اختلاف اندازه و وزن است. نسبت هیدرولیکی به وزن مخصوص، شکل و اندازه اولیه کانیهای مادر بستگی دارد.
- ✓ کانیهای سنگین به سه نوع تیره یا اوپک (اکسیدهای آهن، پیریت، لوکوکسن)، سنگین بسیار پایدار (زیرکن، تورمالین، روتیل) و سنگین نیمه پایدار (الیوین، آپاتیت، پیروکسن، هورنبلند، گارنت، آندالوزیت، سیلیمانیت، کیانیت و استارولیت) قابل تقسیم است.
- ✓ هماتیت و لیمونیت در محیط احیا و شرایط گرم و مرطوب تشکیل می‌گردد.

- ✓ الیوین در شرایط آب و هوایی خشک و فرسایش سریع وجود داشته و از سنگ‌های آذرین قلیایی تولید می‌گردند.
- ✓ آپاتیت در سنگ‌های ولکانیکی (اسیدی-قلیایی) وجود دارد و گارنت منشأ دگرگونی دارد.
- ✓ ماسه‌های حاوی کوارتز و فلدسپات عمدتاً از تجزیه سنگ‌های پلوتونیک (گرانیت‌ها) حاصل می شوند.
- ✓ بلوغ یا رسیدگی (Maturity)، تغییر کانی‌ها و مواد اولیه و تبدیل آن‌ها به عناصر و اجزای نهایی (فیزیکی و شیمیایی) است. میزان بلوغ با درصد کوارتز نسبت مستقیم و با درصد فلدسپات نسبت عکس دارد.
- ✓ رسوبات ناجور نشانه وزن مخصوص و گرانروی بالای آب و یا عدم زمان کافی برای رسوب کامل ذرات است.
- ✓ ماسه‌سنگ‌ها یا دارای ماتریکس و گل آلود (محیط آشفته و متلاطم و گرانروی و دانسیته بالا) و یا دارای سیمان و شسته شده (محیط آرام و گرانروی و دانسیته کم) است.

- ✓ در جدول تقسیم‌بندی فولک قطب Q تمام انواع کوارتز است غیر از چرت، قطب F تمام انواع فلدسپاتها و خرده‌سنگ‌های گنیسی و گرانیتی و قطب RF سایر خرده‌سنگ‌های ریز (چرت و اسلیت و شیست خرده‌سنگ‌های آتش‌فشانی و آهکی و ماسه ای و شیلی) را شامل است.
- ✓ برای محاسبه باید ابتدا ماتریکس، سیمان، گلوکونیت، کانیهای سنگین و میکاها و فسیل را کنار گذاشت (مجموعه عناصر اصلی ۱۰۰٪).
- ✓ مقدار خمیره یا ماتریکس (ذرات در حد سیلت و رس $d<1/16mm$ در آرنایت ها کمتر از ۱۵٪، در گرایوکها بین ۱۵-۷۵٪ و در مادستون ها بیشتر از ۷۵٪ است.
- ✓ کانی‌شناسی سنگ رسوبی تابع منشأ است و بافت آن‌ها تابع شرایط محیط است (بلوغ رسوب).
- ✓ با افزایش و رشد بلوغ اثر منشأ کاهش می‌یابد (شباهت سنگ‌های نابالغ به منشأ بیشتر است).
- ✓ مطالعه بافتی رسوبات شامل تفسیر مورفولوژی دانه‌ها و تعیین میزان بلوغ است.
- ✓ مراحل بلوغ بافتی که در اثر عمل جریان آب رخ می‌دهد عبارت‌اند از:
  - نابالغ و ایمچور که ماتریکس رسی بیشتر از ۵٪ و جورشدگی و گردشدگی ضعیف دارد.
  - بلوغ ناقص یا ساب‌مچور (نیمه‌رسیده) که ماتریکس رسی کمتر از ۵٪ و جورشدگی و گردشدگی ضعیف دارد.
  - بالغ یا مچور که بدون ماتریکس و دارای جورشدگی خوب و گردشدگی بد است،
  - بسیار بالغ یا سوپر مچور که بدون ماتریکس و دارای جورشدگی و گردشدگی خوب است.

- ✓ مراحل فوق باید روی ماسه‌های کوارتزی متوسط تا ریز تعیین شود.
- ✓ تجمع رسوبات نابالغ در دشت سیلابی، مخروط افکنه، سواحل کم‌عمق و کولاب‌ها (فعالیت آب‌ها بازمان محدود و شدت ضعیف) دیده می‌شود.
- ✓ تجمع رسوبات بسیار بالغ در سواحل مسطح، دشت بادخیز با ماسه‌های بادی (سایش شدید و شستن رس‌ها و جورشدگی و گردشدگی خوب) دیده می‌شود.
- ✓ درجه بلوغ رسوب بستگی به مقدار انرژی مکانیکی محیط دارد.
- ✓ انرژی مصرفی برای انتقال رسوبات از منشأ تا حوضه در بلوغ نقشی ندارد.
- ✓ رسوبات نابالغ در سواحل کم‌عمق، کولاب و باتلاق‌ها، مخروط افکنه و دشت‌های آبرفتی، نیمه بالغ در بستر رودخانه‌ها، مخروط افکنه، دشت آبرفتی و گاهی سواحل کم‌عمق و رسوبات بادی و سواحل مسطح، بالغ در سواحل مسطح، بستر رودها و گاهی در رسوبات بادی، دشت آبرفتی و مخروط افکنه‌ها و رسوبات بسیار بالغ در تپه‌های ماسه‌ای بادی و سواحل مسطح دیده می‌شود.
- ✓ هر فرایند مکانیکی مؤثر روی رسوبات در حدود معینی از انرژی به نام انرژی بهینه عمل می‌کند.
- ✓ اگر میزان انرژی مکانیکی محیط زیاد باشد تخریب رسوبات، اگر این انرژی بهینه باشد بلوغ و اگر کم باشد جورنشدگی و گردنشدگی رخ می‌دهد.
- ✓ ماسه‌های بسیار گرد شده معمولاً جورشدگی خوبی ندارند (فعالیت‌های تکتونیکی با بلوغ رسوبات نسبت عکس‌دارند).
- ✓ در مناطق نیمه فعال (ناپایدار) رسوبات نیمه بالغ و در مناطق پایدار رسوبات بالغ تشکیل می‌شوند.
- ✓ در کامبرین بالایی، اردویسین و کرتاسه که زمین آرام و بدون فعالیت بوده است اکثراً رسوبات بسیار بالغی تشکیل‌شده‌اند.
- ✓ نقش شرایط محیط در بلوغ رسوبات بیشتر از تکتونیک است.
- ✓ آرکوز و لیتارنایت نابالغ، کوارتز آرنایت بسیار بالغ و گریوک و توفیت نیز نابالغ هستند و ساب لیتارنایت و ساب آرکوز نیز حد واسط هستند (بالغ و نیمه بالغ).
- ✓ کوارتز آرنایت ها (بسیار بالغ) معرف مناطق پایدار، سپرهای آرام و کراتونها هستند.
- ✓ در مناطق کوهزایی رسوبات نابالغ هستند (گرایوک و لیتارنایت و آرکوز).
- ✓ مراحل سه‌گانه رابطه تکتونیک و کانی‌شناسی عبارت‌اند از:
- ✓ آرامش یا تسطیح (تشکیل کوارتز آرنایت) بسیار بالغ

- ✓ نیمه فعال یا ژئوسنکلینالی (تشکیل گرایوک) حدواسط
- ✓ فعالیت شدید یا بعد از ژئو سنکلینالی (تشکیل آرکوز) نابالغ
- ✓ از سطح به عمق به ترتیب، رسوبات، دگرگونی‌ها، ولکانیک و پلوتونیک ها را داریم و هر چه فعالیت تکتونیکی بیشتر باشد بخش‌های عمیق‌تری به سطح می‌رسند.
- ✓ در شرایط آرامش رسوبات، در شرایط نیمه فعال دگرگونی‌ها و در شرایط بسیار فعال ولکانیکها در سطح قرار می‌گیرند.
- ✓ کانی اصلی آرکوز کوارتز و فلدسپات ها (پلاژیوکلاز یا میکروکلین) است.
- ✓ آرکوزها دانه‌درشت هستند و دارای جورشدگی خوب، حداقل ۲۵٪ فلدسپات و منشأ گرانیتی و گنیسی (نابالغ) هستند.
- ✓ در قاعده لایه‌های رسوبی یا در بالای توده گرانیتی یا متناوب با کنگلومرای گرانیتی تشکیل می‌گردد.
- ✓ شرایط لازم برای حفظ فلدسپاتها و تشکیل آرکوز، آب‌وهوای بسیار خشک یا بسیار سرد (بدون هوازدگی) که منجر به تشکیل آرکوز آب و هوایی می‌شود و بالاآمدگی و فرسایش سریع (زمان کوتاه) است که آرکوز تکتونیکی را می‌سازد.
- ✓ آرکوزهای ولکانیکی که از پلاژیوکلاز غنی هستند، از تخریب شدید توده آذرین و انتقال سریع آن‌ها به حوضه رسوب‌گذاری پدید می‌آیند.
- ✓ آرکوز آب و هوایی دارای بلوغ بافتی بالا (گردشده و جورشده) و ۴۰٪ فلدسپات است که به‌مرورزمان به ساب آرکوز و کوارتز آرنایت تبدیل می‌شود.
- ✓ آرکوز تکتونیکی ماتریکس رسی دارد و در تناوب با لایه‌های نازک شیلی قرار می‌گیرد و حاصل عملکرد گسل‌های قائمی است که باعث بالا آمدن توده‌های گرانیتی و گنیسی به سطح می‌شوند.
- ✓ این آرکوزها دارای گسترش گوه‌ای می‌باشند و بیش از ۵۰٪ فلدسپات (میکروکلین) دارند و نوعی دوگانگی (تجزیه‌شده و دست‌نخورده) در فلدسپاتهای آن دیده می‌شود.
- ✓ گریوک ها گاهی معادل لیتارنایت ($F/R<1$ و $Q<75\%$) به کار می‌برند.
- ✓ اندازه و سختی خرده‌سنگ‌های ولکانیکی بیشتر از خرده‌سنگ‌های پلوتونیکی است.
- ✓ پروتوکوارتزیت نوعی ساب لیت آرنایت است که ۲۵-۵٪ خرده‌سنگ و ۷۵-۹۵٪ کوارتز دارد.

- ✓ اجزای اصلی لیت آرنایت ها کوارتز و خرده‌سنگ رسوبی و دگرگونی خفیف و میکای زیاد (نابالغ) است، دارای جورشدگی خوب است و سیمان سیلیسی یا کربناته و خمیره کاذب (ورقه‌های ریز شیل) دارد، بر اثر بلوغ لیتارنایت ها دانه ریزترمی شوند و محل تشکیل آن‌ها را رودهای بزرگ و دشت‌های آبرفتی و دلتایی می‌دانند.
- ✓ گریوک ها فاقد سیمان در فضای خالی هستند و درصد فلدسپات و خرده‌سنگ آن‌ها بالا است، خمیره سیلتی و رسی دارند (فیل آرنایت) و دانه‌درشت و سخت هستند با جورشدگی ضعیف، غنی از رس می‌باشند و در جریان آشفته و متلاطم تشکیل می‌شوند (در گرایوکها خمیره بیشتر از دانه‌ها است).
- ✓ در گرایوکها کوارتز فراوان‌ترین کانی و فلدسپات آن آلبیت است.
- ✓ منشأ خمیره در گرایوکها یا واکنش مایعات با دانه‌ها و یا بعد رسوب‌گذاری (نفوذ) است.
- ✓ انواع ماتریکس عبارت‌اند از:
- ✓ پروتوماتریکس، رسه‌ای تخریبی محبوس در فضاها
- ✓ ارتوماتریکس، خردشدگی و جابجایی مجدد مواد در داخل سنگ
- ✓ اپی ماتریکس، از تغییرات بعد از رسوب‌گذاری
- ✓ پسودو ماتریکس، خردشدن کانی‌های کم مقاومت و پولکی شدن آن‌ها
- ✓ ارتوماتریکس، اپی ماتریکس و پسودوماتریکس، ماتریکس‌های کاذب (داخلی) هستند.
- ✓ گسترش گرایوک ها با چین‌خوردگی‌ها و کوه‌زائی‌ها مرتبط است (دریایی، توربیدیتی، رخساره فلیش).
- ✓ کوارتز آرنایت ها به علت ساییدگی و هوازدگی طولانی خلوص فراوانی یافته‌اند و بدون رس و فلدسپات و خرده‌سنگ می‌باشند و بسیار بالغ هستند. در شرایط مرطوب و پایدار یا خشک و آرامش طولانی تشکیل می‌گردند. سیمان آن‌ها عمدتاً سیلیسی است. از نظر منشأ چهار نوع پلوتونیک و مرطوب، پلوتونیک و خشک و دگرگونی و رسوبی قدیمی را شامل است.
- ✓ لازمه تشکیل کوارتز آرنایت ها آرامش‌های طولانی تکتونیکی همراه با حرکات خفیف اپیروژنی است.
- ✓ رسوبات مناطق پنه‌پلین (تسطیح) و پست دارای بلوغ و گردشدگی زیاد، ضخامت کم و گسترش وسیع می‌باشند.
- ✓ کوارتز آرنایت های دگرگونی در شرایط سکون تکتونیکی و در محیط‌های ساحلی توسعه دارند (نیمه بالغ تا بسیار بالغ).

- ✓ برای تشکیل کوارتز آرنایت رسوبی نیازی به آرامش تکتونیکی نیست و می‌تواند در محیط‌های مختلف تشکیل شوند؛ و دارای گروه‌های مختلف گردشدگی بالا وجورشدگی ضعیف، گردشدگی کم و جورشدگی بالا، ذرات ریز گرد و درشت زاویه‌دار هستند.
- ✓ در دیاژنز ماسه‌ها تغییرات مکانیکی و شیمیایی در فضاهای بین‌دانه‌ای رخ می‌دهد و تخلخل کم شده و کانی‌های پایدار باقی می‌مانند.
- ✓ سیمان معمولاً ۲۵-۳۰٪ حجم توده‌های ماسه‌ای را فرامی‌گیرد.
- ✓ در طی دیاژنز، ماسه کوارتزی خالص به ارتوکوارتزیت و لیتارنایت به گرایوک تبدیل می‌شوند.
- ✓ مهم‌ترین کانی‌های سیمانی سیلیسی کوارتز و اپال و کلسدوئن، کربناته کلسیت و دولومیت و سولفاته گچ و باریتین می‌باشند.
- ✓ جنس و ترکیب ذرات ماسه تأثیر مستقیم بر نوع سیمان پرکننده آن‌ها خواهد داشت (ذرات خالص و بدون رس←سیمان رس دار و ناجور، دانه سیلیسی←سیمان سیلیسی، دانه فلدسپاتی←سیمان فلدسپاتی و کربناته←سیمان کربناته).
- ✓ تشکیل سیمان توسط حرارت و دما نیز کنترل می‌شود، افزایش عمق که منجر به افزایش حرارت می‌شود، کاهش انحلال کلسیت و افزایش سیمان کربناته را در پی خواهد داشت، افزایش فشار منجر به افزایش انحلال کلسیت و در نتیجه کاهش سیمان کربناته خواهد شد.
- ✓ تحجیر یا سنگ شدن، سخت شدن ماسه‌های به هم پیوسته به‌وسیله سیمان و تشکیل ماسه‌سنگ است.
- ✓ قویترین اتصالات، بین سطح کانی‌های بدون ناخالصی انجام می‌گیرد.
- ✓ سیمان اشکال بافتی مختلفی دارد (دانه‌ریز، دانه‌درشت، تک‌بلوری و رشته‌ای و ...). بافت و شکل سیمان تعیین‌کننده توالی و مراحل تشکیل آن است.
- ✓ در بافت سیمان بلورهای اولیه (مجاور دانه‌ها) معمول یوهدرال و بلورهای بعدی (در فضاهای خال) آنهدرال می‌باشند.
- ✓ در شرایط مناسب احتمال جایگزینی سیمان‌های جدید به‌جای سیمان‌های قدیمی وجود دارد و آثار قبلی‌ها درون فضاها باقی می‌ماند (انکلوزیون کانی‌ها).
- ✓ سیمان زدایی (Decementation)، انحلال سیمان قبلی و خروج آن از محل (ایجاد تخلخل) است.
- ✓ سیمان سیلیسی به صورت‌های زیر موجود است، کریستوبالیت (هاله رشته‌ای اطراف دانه‌ها)، قطعات منظم میکروکریستالین، موزاییک درشت‌بلور چندضلعی کلسدونی به‌صورت رشته‌های طویل.

- ✓ بخش‌های نئوفرم حاشیه ذرات از نظر جنس بلوری با هسته میزبان ارتباط دارند.
- ✓ درجه انحلال سیلیس آمورف با افزایش حرارت زیاد می‌شود (سیمان ماسه‌سنگ‌های عمیق کوارتز است).
- ✓ سیمان کربناته در ماسه‌های جوان (دوران ۴ و پلیوسن) چندان تشکیل نمی‌گردد (انرژی و تلاطم زیاد محیط).
- ✓ سیمان کربناته در ماسه‌های قدیمی کلسیت کم منیزیم و در ماسه‌سنگ‌های جدید آراگونیت و کلسیت پر منیزیم است (پایداری کلسیت کم منیزیم از کلسیت پر منیزیم بیشتر است و پایداری کلسیت پر منیزیم از آراگونیت بیشتر است).
- ✓ در طبقات زیرزمین کلسیت کم منیزیم به کلسیت پر منیزیم و دولومیت تبدیل می‌گردد.
- ✓ مرز بین دانه و بخش رشد یافته را هاله‌ای از ناخالصی‌ها فرا می‌گیرد.
- ✓ جابجایی کلسیت و کوارتز توسط PH و حرارت کنترل می‌شود.
- ✓ سیلیس در PH کمتر از ۹ انحلال ثابت و کمی دارد و بعد از آن انحلال زیاد می‌شود و انحلال آن با دما نسبت مستقیم دارد.
- ✓ کلسیت در محلول اسیدی بسیار محلول است و در قلیایی‌ها رسوب می‌کنند.
- ✓ کلسیت برخلاف کوارتز (سیلیس) با افزایش حرارت کاهش انحلال می‌یابد (رابطه معکوس).
- ✓ سیلیس در محلول قلیایی بسیار محلول است و در اسیدی رسوب می‌کند.
- ✓ سنگ‌های رسی یا آرژیلی ذرات کوچک‌تر از ۱/۱۶ میلی‌متر بوده و شامل سیلت؛ و رس می‌شوند. ($1/256<d<1/16mm$ سیلت و $d<1/256mm$ رس است).
- ✓ انواع سنگ‌های رسی شامل رس، شیل، سیلت، آرژیلیت و گل‌سنگ است.
- ✓ حداقل مقدار کانی‌های رسی یک رسوب رسی باید ۳۰٪ باشد.
- ✓ رس سخت شده و تحجیر یافته را کلیستون گویند که اگر دارای لایه‌بندی ظریف و تورق باشد به شیل تبدیل می‌گردد.
- ✓ اگر کلیستون سخت‌تر شده ولی تورق نداشته باشد (توده‌ای) به آن گل‌سنگ یا مادستون گویند.
- ✓ سیلستون سیلت ($1/256<d<1/16mm$) سخت شده و تحجیر یافته و دارای سیمان بین ذرات می‌باشند.
- ✓ ذرات آرژیلیت در حد رس و سیلت است، ولی تحجیر شدیدتر و بافت سخت‌تر (حدواسط شیل و اسلیت) در آن وجود دارد و فاقد کلیواژ است.
- ✓ سرعت رسوب رس‌های معلق توسط اندازه و وزن مخصوص آن‌ها کنترل می‌گردد.
- ✓ شیل ۲/۳ سیلت و ۱/۳ رس دارد.

- ✓ تورق شیل ها به علت نحوه استقرار ورقه میکا در بافت و ساخت آن است.
- ✓ تورق با درصد مواد رسی نسبت مستقیم و با درصد مواد کربناته و سیلیسی نسبت عکس دارد.
- ✓ در سنگ‌های رسی کانی‌ها چهار نوع‌اند، حاصل هوازدگی، بقایای سنگ مادر (ایلیت)، با منشأ شیمیایی و اتوژنیک و مواد آلی یا ارگانیک.
- ✓ کانی‌های حاصل هوازدگی عبارت‌اند از کائولن، مونت موریونیت، بوکسیت و لیمونیت. کانیهای سنگ مادر ایلیت، کوارتز و فلدسپات و میکا و کانیهای شیمیایی و اتوژنیک کلسیت و دولومیت، اپال و کلسدوئن و پیریت و ایلیت و مواد آلی کربنات کلسیم از پوسته فرامینفرا، اپال از پوسته رادیولر و دیاتومه ها و مواد کربنی سیاه می‌باشند.
- ✓ گل (Mud) مواد رسی به هم پیوسته‌ای است که بسیار پلاستیک بوده و از کانیهای رسی تشکیل‌شده است (حداقل ۵۰-۶۰٪ رس).
- ✓ مادستون (گل به هم پیوسته با افزایش درصد و اندازه دانه ه به لیتیک وک و کوارتز وک تبدیل می‌شود).
- ✓ کانیهای رسی، هیدروسیلیکاتهای آلومینیوم حاصل از تجزیه فلدسپاتها هستند که ساختمان متورق و فلسی دارند.
- ✓ کائولینیت $Al_4Si_4O_{10}(OH)_8$ و مونت مریلونیت $Al_4Si_8O_{10}(OH)_8,nH_2O$ بیشترین قدرت جذب را دارند.
- ✓ عوامل سازنده سنگ‌های رسی سیلیس، آلبیت، ترکیبات آهن و کربنات منیزیم و کلسیم می‌باشند.
- ✓ دیاژنز شیلها به دو صورت است، فشردگی و کاهش تخلخل در اثر نیروی وزن طبقات و تغییرات ترکیب شیمیایی در اثر فشار.
- ✓ در اثر وزن طبقات رویی کائولینیت و مونت موریونیت از بین رفته وایلیت و کلریت جایگزین خواهند شد.
- ✓ شیلهای پالئوزوئیک ایلیت، مزوزوئیک مونت موریونیت و سنوزوئیک کائولن دارد.
- ✓ مارن مخلوط رس و آهک با تحجیر ناقص است که پس از تحجیر مادستون را می‌سازد (مقدار آهک ۲۵-۶۵٪).
- ✓ سیلتستون حدواسط شیل و ماسه‌سنگ است و کانیهای آن کوارتز و میکا و پتاسیم و آلومینیوم‌دار ها است.
- ✓ سنگ پیروکلاستیک، مواد خارج شده از دهانه آتش‌فشان است که پس از پخش در فضا رسوب کرده‌اند (دارای جورشدگی وزنی).
- ✓ سنگ ولکانوکلاستیک کلیه سنگ‌های تخریبی-آذرین را که در هر محل رسوب کرده و با هم مخلوط شده‌اند را شامل است و در انواع اولیه گریددبدینگ و در انواع ثانویه کراس بدینگ وجود دارد (خرده‌ها و قطعات آذرین دارای بافت رسوبی).

- عوامل انتقال مواد آتش‌فشانی آب و باد است.
- جورشدگی وزنی موجب گریدد بدینگ افقی و قائم می‌گردد (در بالا ریز و سبک و غیر متبلور و شیشه‌ای و سیلیسی و در پایین درشت و متبلور و فرومنیزین ها قرار می‌گیرند).
- دوری یا نزدیکی مواد پرتابی از دهانه به وزن مخصوص مواد بستگی دارد نه به‌اندازه آن‌ها.

اندازه mm	مواد سخت نشده	سنگ‌ها
d>32	بلوک مسطح و گوشه‌دار	برش ولکانیکی
d>32	بمب‌ها و قطعات گوشه‌دار	آگلومرا، برش‌آتشفشانی‌وتوفی
4<d<32	لاپیلی	توف لاپیلی
1/4 <d<4	خاکستر درشت	توف درشت
٠<d<1/4	خاکستر نرم	رسوبات توف نرم

- بلوک‌ها بخش‌های شکسته و جداشده از گدازه سخت می‌باشند.
- در سنگ‌های ولکانوکلاستیک تغییرات جورشدگی بسیار وسیع است.
- یکی از ویژگی‌های سنگ‌های ولکانوکلاستیک اولیه لایه‌بندی تدریجی (گریددبدینگ) است و انواع ثانوی (تخریب و رسوب مجدد) دارای کراس بدینگ هستند.
- انواع توفها، شیشه‌ای (فراوانی و درصد شیشه بالاست)، کریستالین (درصد کانیهای متبلور زیاد است و اکثر بلورها از نظر طولی عمود بر سطح طبقه‌بندی هستند) و لیتیک یا خرده‌سنگی (خرده‌سنگ‌های آذرین و قطعاتی از مجاری آتش‌فشانی همراه با خمیره دانه‌ریز).
- رسوبات توفی مخلوطی از توفها و مواد رسوبی وارده به حوضه هستند (بخش رسوبی غالب است)
- سنگ‌های کربناته بیش از ۵۰٪ کانیهای کربناته (کلسیت و دولومیت) دارند.
- سنگ‌آهک عمدتاً از کلسیت و آراگونیت و سنگ دولومیت عمدتاً از کلسیت و آراگونیت تشکیل یافته‌اند.
- آراگونیت در اسکلت جانوران، صدف‌ها و رسوبات تازه وجود دارد (ناپایدار است و فقط در رسوبات تازه دیده می‌شود).

- ✓ سنگ‌های آهکی برجا یا اتوکتونوس، بیوشیمیایی و نابرجا یا آلوکتونوس ها شیمیایی (ماسه آهکی دارای بافت تخریبی و منشأ شیمیایی) است.
- ✓ رسوبات کربناته مناطق عمیق یا انتقالی از مناطق کم‌عمق توسط جریان‌های زیردریایی و توربیدیتی (ریزدانه، فسیل دار و جلبک آهکی) هستند و یا از پوسته فرامینفرا و پلانکتونها تا عمق ۴ کیلومتر هستند. رسوبات کربناته مناطق کم عمق در اثر تبخیر زیاد و انرژی زیاد (ماسه آهکی) پدید می‌آیند.
- ✓ آهک‌های کم عمق شامل ماسه آهکی صدف دار، آهک االیتی، آهک تبخیری و گل آهکی است.
- ✓ ماسه آهکی دارای ترکیب کربناته، بافت تخریبی و منشأ بیوژنیک است و آهک بیوکلاستیک نیز خوانده می‌شود.
- ✓ در محیط‌های ساحلی ساختمان‌های جلبکی استروماتولیت دیده می‌شوند.
- ✓ در کولاب‌ها، آهک تبخیری همراه سایر کانی‌ها تشکیل می‌گردد (آب‌وهوای خشک و رخساره کلیچ).
- ✓ تشکیل کربنات‌ها در محیط آب شیرین به‌صورت شیمیایی و بیوشیمیایی است (تراورتن، توف آهکی، توف گیاهی و ...).
- ✓ رخساره‌های آهکی عمیق یا پلاژیک در محیط‌های عمیق نظیر مجاور پلات فرم‌ها تشکیل می‌گردند.
- ✓ سنگ‌های کربناته بیشتر از کلسیت (اولیه، ثانویه)، دولومیت، آنکریت (آهن‌دار)، آراگونیت، سیدریت و منیزیت ساخته شده اند.
- ✓ آنکریت دولومیت آهن‌دار است (Ca,Mg, Fe(CO3)2).
- ✓ دولومیت اکثراً به‌صورت ثانویه تشکیل می‌شود (جابجایی با کلسیت یا آراگونیت).
- ✓ ترکیبات غیر Ca CO3 در آهک ناشی از تحولات پس از رسوب‌گذاری است.
- ✓ ورود منیزیم به‌صورت ناخالصی در کلسیت موجب ناپایداری کلسیت می‌گردد و از مقدار ۱-۵٪ منیزیم، کلسیت را به دولومیت تبدیل نخواهد کرد.
- ✓ مقدار منیزیم سنگ کربناته تابع مواد تخریبی بیوژنیک و یا واکنش‌های محیط است.
- ✓ وجود سیلیس در کربنات‌ها به معنای وجود مواد تخریبی قدیمی (سیلت و رس) و وجود املاح آلومینیوم دلیل بر وجود مواد رسی اولیه است.
- ✓ آهک‌های بیوشیمیایی ترکیبی مشابه انواع موجودات و شرایط محیط آن‌ها دارند.
- ✓ آب گرم←Mgo بالاتر، پوسته سخت‌پوستان← ترکیبات فسفات و جلبک آهکی←غنی از Mgo.
- ✓ مقدار بالای منیزیم سنگ‌آهک، منشأ غیر آلی دارد یا از تجمع صدف‌ها است.
- ✓ فابریک سنگ‌های آهکی نابرجا از دو بخش تشکیل شده است، اسکلت و فضاهای خالی پر شده با سیمان.

- ✓ سنگ‌های آهکی برجا بدون جورشدگی هستند و لایه‌بندی ضعیفی دارند (بیوشیمیایی).
- ✓ ساخت سنگ‌آهک شامل آلو کم‌ها یا دانه‌های تخریبی شیمیایی (فسیل، پلت، اینتراکلست، االیت)، میکرایت یا گل کربناته خیلی ریز و پرکننده فضاها و درون دانه‌ها و اسپارایت یا سیمان کربنات کلسیم است.
- ✓ آلو کم‌ها دانه‌های تخریبی متعلق به خود حوضه هستند (شیمیایی غیرعادی).
- ✓ االیت دانه‌های کروی کلسیت (قدیمی) یا آراگونیت با قطری بین ۱/۴-۲ میلی‌متر هستند که دارای ساختمان متحدالمرکز یا شعاعی و هسته تخریبی (کوارتز یا صدف) هستند. اگر قطر آن بیشتر از ۲ میلی‌متر باشد دانه‌ها را پیزولیت گویند. االیت ها در محیط‌های کم عمق، پرانرژی و فوق اشباع از کربنات کلسیم تشکیل می‌گردد.
- ✓ جلبک‌های آهکی به دو نوع کلسیتی (لیتوتامنیوم) و آراگونیتی (هالی مدیا) است.
- ✓ صدف در فرامینفرها آهکی، در براکیوپودها کلسیتی و در نرم‌تنان آراگونیتی، در دوکفه‌ای‌ها دولایه (کلسیتی و آراگونیتی) است.
- ✓ اینترا کلست دانه‌های کربناته با بافت میکروکریستالین است که اندازه‌ای در حد ماسه ریز (۱/۴-۱/۸ میلی‌متر) و شکل مسطح دارد و درواقع دانه‌های کربناته کنده‌شده از کف نرم و سست حوضه هستند که در محل دیگری در همان حوضه رسوب کرده‌اند (جابجایی توسط جریان‌های دریایی).
- ✓ پلت ها دانه‌های کروی هستند از گل آهکی دانه‌ریز که بدون ساختمان داخلی هستند و قطر آن‌ها بین ۰/۳۰-۰/۱۵ میلی‌متر است و در محیط کم عمق و پرانرژی تشکیل می‌شوند، پلت ها از نظر شکل و اندازه جورشده و همسان هستند و منشأ آن‌ها مدفوع گل‌خواران، باقیمانده جلبک‌ها، قالب آهکی و به هم چیدن میکریت ها است.
- ✓ میکریت رسوبات کربنات بسیار دانه‌ریزی هستند که قطر ۱-۴ میکرون دارند و حاصل سخت شدن گل یا لجن آهکی هستند و بافت هموژن و یکنواخت (لیتوگرافیک) دارند، ذرات میکریت اندازه‌ای در حد رس دارند و تشکیل آن‌ها شیمیایی و همزمان با رسوب‌گذاری است.
- ✓ اسپار کلسیت درشت‌بلور با دیواره مشخص و مجزا با آرایش موزاییکی است (قطر ۲۰-۱۰۰ میکرون). اسپارها غالباً به‌صورت سیمان در حفرات و فضاهای سنگ تشکیل و پر می‌شود (محیط پرانرژی).
- ✓ اندازه بلورهای اسپار تابع اندازه حفره، شدت و سرعت تبلور است.
- ✓ تشکیل اسپاریت به صورت شیمیایی و در بعد از رسوبگذاری (دیاژنزی) است.
- ✓ آهک نابرجا یا آلوکتونوس کربنات کلسیم ناخالص است (قطر بیشتر از ۱/۲۵۶ میلی‌متر یعنی سیلت به بالا دارد)، منشأ درون حوضه‌ای دارند و دارای بافت تخریبی خاصی هستند (ماسه آهکی یا کالکارنایت). آهک برجا

یا اتوکتونوس تشکیل شده در محل تجمع با مکانیسم‌های شیمیایی و بیوشیمیایی هستند که لایه‌بندی واضحی ندارند (تراورتن، کلیچ، توف آهکی، استروماتولیت).

- ✓ معمولاً در یک مجموعه رسوبی کربناته هر دو نوع آهک برجا و نابرجا همراه نیستند.
- ✓ در محیط کم عمق و نزدیک ساحل معمولاً آهک اتوکتونوس (برجا) تشکیل می‌گردد.
- ✓ بعد از رسوبگذاری ممکن است آهک دچار انحلال و رسوبگذاری مجدد (تبلور مجدد) گردند.
- ✓ آهک آلوکتونوس همراه کوارتز، متناوب با لایه‌های ماسه‌سنگی قرار می‌گیرد و دارای سیمان اسپاریت و فسیل‌های گیاهی و جانوری، جورشدگی خوب و چینه‌بندی متقاطع است (بین سنگ و سیمان رابطه وجود دارد).
- ✓ آهک اتوکتونوس همراه شیل در تغییر رخساره به شیل و مادستون وجود دارد و در فضاها دارای گل آهکی است، فسیل بریوزوئر و جورشدگی ظریف و ساختمان ریفی و لایه‌لایه در آن وجود دارد.

- ✓ در بعضی موارد حجم خمیره یا سیمان از دانه‌ها بیشتر است.
- ✓ آهک دیاژنزی دو گروه دولومیت با آثار کلسیت اولیه و دولومیت خالص بدون آثار را شامل است (کلسیت در طی دیاژنز به دولومیت تبدیل می‌شود).
- ✓ در نام‌گذاری فولک پیشوند نوع و جنس آلوکم، بخش میانی سیمان یا ماتریکس و پسوند اندازه ذرات و بافت را مشخص می‌کند مثل بیواسپاریت.
- ✓ تقسیم‌بندی دانهام بر مبنای دانه‌های آلوکم و خمیره یا گل است (آلو کم‌ها، ماتریکس و اسپاریت). مرز دانه و گل ۲۰ میکرون است یعنی بزرگ‌تر از ۲۰ میکرون دانه و کوچک‌تر از آن گل است.

- ✓ روش دانهام سنگ‌های کربناته بعد از رسوبگذاری و دیاژنزی را در برنمی‌گیرد.
- ✓ باندستون ها در حین رسوبگذاری به هم پیوسته شده اند.
- ✓ وکستون با بیومیکریت و االیتیک گرینستون با ااسپاریت معدل است.
- ✓ پنج گروه سنگ‌های کربناته دانهام، گرینستون، باندستون، پکستون، وکستون و مادستون است.
- ✓ گرینستون فاقد گل است و دانه‌های درشت متصل و سیمان درشت دارد ($1/16<d<2mm$ کالکارنایت و $d>2mm$ کلسی رودایت را معرفی می‌کند).
- ✓ انواع گرینستون عبارت‌اند از االیتی (ااسپاریت)، بیوکلاستیک (بیوسپاریت)، اینتراسپاریت و پل اسپاریت.

- ✓ کوکینا (آهک کوکونوئید) بیشتر شامل مواد تخریبی و خرده‌های صدف درشت بوده و سیمان آن خیلی کم است (یا ندارد)، (گرینستون).
- ✓ سیمان گرینستون بیشتر کلسیت اسپاری و گاهی دولومیت است (حداکثر ۵۰٪). این سیمان در اطراف دانه‌ها به صورت تیغه‌های شعاعی (سوزن آراگونیتی) و در مرکز فضای خالی بافت موزاییکی را تشکیل می‌دهند.
- ✓ االیت معرف محیط کم عمق و پرانرژی و آب‌های کمی متلاطم است (همراه با کوارتز تخریبی و کراس بدینگ و نبود گل).
- ✓ گرینستون ها در مجاورت کوارتز آرنایت ها تشکیل می‌شوند (پرانرژی).
- ✓ با افزایش درصد کوارتز تخریبی کالکارنایت به آهک ماسه‌ای تبدیل می‌شود.
- ✓ اسپرگنیت حدواسط میکروکوکینا (خرده فسیل‌ها) و االیت (۹۰-۲۰٪ فسیل) می‌باشند.
- ✓ باندستون (آهک بیوهرمی یا ریفی) دارای اجزای متصل به هم بوده و توسط موجودات آهک ساز (تخریبی یا شیمیایی) ساخته می‌شوند.
- ✓ باندستون منظره لایه‌لایه و بافت مشبک و تخلخل بالا دارد.
- ✓ باندستون ها زیاد در معرض دولومیتی شدن قرار دارند (تشکیلات ریفی).
- ✓ مادستون از اجزای بسیار ریز کربناته درست شده و اجزاء به هم ناپیوسته داشته و جزء سنگ‌های گلی است (دانه کمتر از ۱۰٪ و گل بیشتر از دانه است). مادستون=کلسی لوتایت=میکرایت ($d<1/16mm$).
- ✓ میکرایت بلورهای ریز کلسیت (در حد رس $1<d<4$ میکرون) است و میکروکریستالین بوده و بافتی یک دست و متجانس دارد.
- ✓ مادستون های خالص و متجانس شامل آهک‌های لیتوگرافیک است.
- ✓ اگر مقدار آلو کم‌ها در متن میکریت بیشتر از ۱۰٪ حجم گلسنگ باشد واژه‌های بیومیکریت، اامیکریت و ... به کار می‌رود.
- ✓ وکستون بیوکلاستیک با بیومیکریت و پکستون پلتی با پل میکریت معادل است.
- ✓ اگر مقدار آلو کم‌ها در متن میکریت کمتر از ۱۰٪ حجم کل سنگ باشد واژه‌های میکریت پلت دار و میکریت فسیل دار و ...به کار می‌رود.
- ✓ سنگ‌های گلی یا مادساپورت ها دارای اجزای نا متصل هستند و در آن‌ها گل از دانه بیشتر است (در مادستون دانه کمتر از ۱۰٪ و در وکستون دانه بیشتر از ۱۰٪).

- منشأ ماد ستون‌ها را تخریب سطحی کف دریا و تجمع مواد، فرایندهای شیمیایی و بیوشیمیایی دریایی و پودر شدن گل‌های خشک می‌دانند.
- گل‌سفید (Chalk) کربناته دانه‌ریز و بسیار شکننده و خردشونده است با تخلخل بسیار زیاد، سفیدرنگ است، در مقاطع پوسته میکروارگانیسم‌ها دیده می‌شود و از کربنات کلسیم خالص تشکیل یافته (۹۰-۹۸٪) است.
- تراورتن کربناته و حاصل تبخیر آب چشمه آهک ساز و نهرهای آن است، متخلخل است و سختی آن بیش از توفهای آهکی است و مطبق با لایه‌بندی ظریف هستند. تراورتن ها دارای حفرات بزرگ و غارهای انحلالی هستند.
- توفهای آهکی کربناته و حاصل تبخیر آب چشمه‌ها و نهرها است، بسیار متخلخل است و دارای نقوش گیاهی و شکنندگی زیاد است و بیشتر در دوران ۴ دیده می‌شود.
- دولومیت درواقع سنگ آهکی است با بیش از ۵۰٪ کربنات مضاعف کلسیم و منیزیم است. کانی آن دولومیت و سنگ حاصل از آن دولستون است.
- سنگ آهک دولومیتی و دولومیت کلسیتی انواع حدواسط دولومیت و کلسیت هستند.
- سنگ آهک پر کلسیت خالص و دارای بیش از ۹۵٪ کربنات کلسیم است.
- آهک منیزیم دار دارای ۱۰٪ منیزیم در سنگ است.
- دولومیت کلسیتی و سنگ آهک دولومیتی بسیار محدود و نادر هستند.
- اکثر دولومیتها همراه کانیهای تبخیری (انیدریت و ژیپس) هستند و گاهی ترکیبات آهن‌دار.
- دولومیتها دو بافت مختلف دارند، ریزبلور که ریزتر از ۲۰ میکرون هستند (دلومیکریت) و درشت‌بلور که از ۲۰ میکرون درشت‌تر بوده و دارای آثار دیاژنزی و جانشینی است (ساکاروئید یا شکری).
- دولومیتی شدن سنگ‌های کربناته دانه‌ریز (مادستون) با تغییر کلی بافت توأم است (بافت متوسط یا درشت‌بلور).
- در کالکارنایت ها نیز دولومیتی شدن باعث تغییر بافت می‌شود (موزاییکی بلورین).
- دیاژنز کلیه تغییرات فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی رسوبات بعد از استقرار در حوضه و همزمان یا بعد از سنگ شدن آن‌ها است.
- سنگ آهک در دیاژنز دچار تغییر ترکیب یا تغییر آرایش بلوری کانی‌ها می‌گردد.
- در طی دیاژنز رسوبات نرم و متخلخل به رسوبات سخت و کم تخلخل تبدیل می‌گردند.
- انواع محیط‌های دیاژنزی، اشباع از آب دریا، اشباع از آب شیرین و محیط غیراشباعی می‌باشند.

- ✓ بخش اشباعی از آب دریا دو بخش دارد، بخش اشباعی ساکن که در آن جریان آب محدود و کم است و بخش اشباعی فعال که در آن جریان سریع و گسترده آب وجود دارد (سیمانی شدن).
- ✓ در بخش اشباع از آب شیرین دیاژنز باعث ایجاد فضاهای خالی و سیمانی شدن متعاقب آن‌ها صورت می‌گیرد.
- ✓ محیط غیراشباعی در بالای سطح ایستابی قرار داشته و فضاهای آن خالی یا دارای آب باران هستند (انحلال شدید کربنات کلسیم).
- ✓ فرایندهای دیاژنزی سنگ کربناته شامل انحلال، تخلخل (درون‌دانه‌ای، بین‌بلوری، قالبی و شکستگی)، سیمانی شدن (کلسیتی)، جانشینی کانی‌ها (کلسیت و پلی مورفها، کلسیت و سیلیس و اکسید آهن، دولومیتی شدن) و فشردگی و تراکم است.
- ✓ عمده دیاژنز سنگ‌های کربناته انحلال و رسوب مجدد کلسیت است که تخلخل را زیاد می‌کند. این انحلال گزینشی و انتخابی است.
- ✓ انواع تخلخل عبارت‌اند از: درون‌دانه‌ای (اینترگرانولار) که درون اسکلت و صدف موجودات است و اکثراً غیرمفید است، بین‌بلوری (اینترکریستالین) که فضاهای هم‌اندازه بین بلورها است (بلورهای درجا تشکیل شده)، قالبی که از جابجایی و انحلال دانه‌ها و آلو کم‌ها و باقی ماندن قالب آن‌ها به وجود می‌آید، شکستگی (درز و ترک و شکاف) که از انحلال و چین یا گسل خوردن طبقات زیرین و فروافتادن طبقات رویی یا مایعات تحت‌فشار ایجاد می‌شود.
- ✓ سیمان کلسیتی در طی دیاژنز و بعد از رسوبگذاری، در فضاهای خالی تشکیل شده و آلو کم‌ها را به هم متصل می‌گرداند.
- ✓ بر اثر سیمانی شدن تخلخل کاهش می‌یابد.
- ✓ انواع سیمان دیاژنزی بین‌دانه‌ای (با آرایش موزاییکی و بلورهای ریزودرشت) و درون‌دانه‌ای (در فضاهای درون‌دانه‌ها) می‌باشند.
- ✓ سیمان آراگونیتی یا به صورت سوزن‌های کشیده شعاعی یا نامنظم در داخل حفرات و یا به صورت بلورهای رشته و شعاعی با بافت اسفرولیتی است.
- ✓ سیمان آراگونیتی باگذشت زمان به کلسیت تبدیل می‌شود.
- ✓ ساخت ژئوپتال زمانی شکل می‌گیرد که حفرات پر شده دارای دو بخش میکریتی و سیمان کلسیتی باشند که بخش میکریتی آن معرف قسمت تحتانی ذره است.

- ✓ طرق تشکیل کلسیت تبلور مجدد و اینورژن است که در تبلور مجدد یا رسوب مستقیم محلول اشباع از کربنات کلسیم و یا جانشینی با آراگونیت اولیه رخ می‌دهد و در اینورژن جایگزینی دو کلسیت با خاصه‌های بلورشناسی متفاوت انجام می‌شود.
- ✓ نئومورفیسم کلیه جابجایی‌های شیمیایی بین اشکال مختلف یک کانی (پلی مورفها) است که با تغییرات شکل و اندازه همراه است.
- ✓ SiO_2 و اکسید آهن بیشتر از سایر کانی‌ها در سنگ آهک وارد می‌شود.
- ✓ نودولهای سیلیسی (چرت و یا فلنیت) حاصل جابجایی کلسیت و SiO_2 هستند.
- ✓ اکید آهن (III) به صورت محلول در آب‌ها وارد شکاف‌ها و حفرات سنگ آهکی شده و بر اثر جابجایی هماتیتی شدن حاصل می‌شود.
- ✓ دولومیت پلی ژنیک است، یعنی با طرق مختلف تشکیل می‌شود (اغلب با جابجایی کلسیم و منیزیم).
- ✓ دولومیتی شدن حجم را کاهش و تخلخل را افزایش می‌دهد.
- ✓ دولومیتی شدن می‌تواند قبل یا بعد از تدفین رسوبات و یا بعد از بیرون‌زدگی آن‌ها انجام شود.
- ✓ در محیط سبخا دولومیتی شدن قبل از تدفین است (بالای جزر و مد).
- ✓ دولومیت‌زدایی یعنی تبدیل مجدد دولومیت به کلسیت.
- ✓ فشردگی رسوبات ناشی از فشار نیروی ثقل طبقات رویی است و تراکم‌پذیری در آهک (گل آهکی) بیشتر از ماسه است.
- ✓ چرت و فلینت، سنگ‌های رسوبی شیمیایی هستند (فلینت یکی از انواع چرت است) و با سیلکسیت (چرت سیاه و کربن دار) معادل هستند.
- ✓ نواکولیت، سنگ سیلیسی است دارای بافت میکرو کریستالین یکنواخت و سختی زیاد و رنگ روشن است.
- ✓ خاک‌های رادیولاریتی و دیاتومیت، سیلیسی (اپال) هستند و دارای بافت متخلخل و شکننده می‌باشند.
- ✓ تریپولی سنگ سیلیسی است که متخلخل بوده و سبک وزن است (بیشتر از کلسدونی).
- ✓ چرت اکثراً از کانیهای اپال، کلسدونی و کوارتز تشکیل شده و ترکیب آن عمدتاً از سیلیس با کمی از اکسید فلزات دیگر است.
- ✓ چرت‌ها به صورت لایه‌ای، نودولی، االیتی و یا رادیولریتی دیده می‌شوند.
- ✓ چرت نودولی سخت و بدون ساختمان داخلی با بافت میکروکریستالین است.

- لایه‌های چرت در سه منطقه زیر گسترش دارند، قاره‌ای، همراه با کوارتز آرنایت (کم عمق)، ژئوسنکلینالی که با شیل سیاه سیلیسی همراه است (عمیق) و تبخیری که در آب‌های بسیار شور و همراه تبخیری‌ها تشکیل می‌شود.
- منشأ چرت‌ها اکثراً ثانویه (جابجایی) است.
- سیلیس مورد نیاز چرت از آب دریا جذب می‌شود.
- رسوبات چرتی پلی‌ژنتیک هستند (دیاژنزی، شیمیایی و بیوشیمیایی).
- رسوبات آهن‌دار رسوباتی هستند که حداقل مقدار آهن آن‌ها ۱۵٪ باشد (FeO19.4% و یا Fe_2O_3 ۲۱,۳٪).
- رسوبات غنی از آهن یا لاتریتی (حاصل هوازدگی رسوبات آهندار) و یا رس آهندار (نودولهای سیدریتی، دیاژنزی) هستند.
- منشأ کانیهای آهن عبارت‌اند از: اولیه رسوبی، دیاژنزی، متامورفیسم و هوازدگی.
- کانیهای آهن عبارت‌اند از: سولفورها که شامل پیریت و مارکاسیت است، اکسیدها که شامل گوتیت، هماتیت، لیمونیت، مانیتیت است، سیلیکات‌ها شامل گرینالیت، گلوکونیت و شاموزیت است، کربنات‌ها که شامل سیدریت وآنکریت است.
- اکسیدهای آهن اکثراً در رسوبات قدیمی و به اشکال مختلف ااالیت، پیزولیت، گل‌کلمی و لایه‌ای دیده می‌شود.
- گلوکونیت در ماسه‌های ساحلی تا عمیق دریا گسترش دارد و تشکیلات ماسه‌های سبز را می‌سازد.
- برای منشأ رسوبات آهندار سه نظریه زیر ارائه شده است، از پایین (انجماد و تحل گازها و آب‌های آذرین، ریزش ولکانیکی و فوران زیرآب)، از بالا (فرایندهای سطحی، با توجه به اینکه آب‌های جاری استوایی آهن زیادی دارند) و نظریه از داخل (از آب دریا).
- سولفور آهن در شرایط احیاکننده شدید، سیدریت در مرداب و دریاچه، گلوکونیت در محیط دریایی و اکسید آهن در دریاچه، باتلاق، زمین لاتریتی، استوایی و حاره‌ای و دریا تشکیل می‌شود (اکسیداسیون شدید).
- سولفورها و کربنات‌های آهن شرایط محیطی متفاوتی نسبت به اکسیدها و سیلیکات‌ها دارند.
- در دیاژنز رسوبات آهندار جابجا شدن کانی‌ها، اکسیداسیون کانی‌ها و ... صورت می‌گیرد.
- گلوکونیت (غنی از آهن و پتاسیم) در محیط دریایی با شوری متوسط در شرایط اکسید یا احیاکننده بسیار ضعیف یا از هوازدگی زیردریایی تشکیل می‌گردد.
- ماسه‌های سبز معروف‌ترین رسوبات حاوی گلوکونیت هستند.

- ✓ در کف دریا به ترتیب از عمیق به ساحل این رسوبات تشکیل می‌شوند: پیریت، چرت، شاموزیت، سنگ‌آهن رسی، لیمونیت الیتی و ماسه‌ای.

- ✓ کانیهای مهم تبخیری عبارت‌اند از: کلرورها (هالیت، سیلویت، کارنالیت)، سولفاتها (انیدریت، ژیپس، کائی نیت، پلی هالیت، لانژبینیت)، کربنات‌ها (کلسیت، دولومیت، منیزیت، تراورتن و کلیچ).
- ✓ تبخیری‌ها در نقاطی تشکیل می‌شوند که شدت تبخیر آب بیش از نزولات اتمسفری است.
- ✓ مناطق خشک تبخیری دودسته دائمی (دریاچه) و فصلی (پلایا) را شامل است.
- ✓ کانیهای تبخیری هیچ کدام به صورت خالص در طبیعت یافت نمی‌شوند.
- ✓ ژیپس بافت بلوری ریز تا درشت‌دانه یا بافت پورفیری کاذب با بافت افیتیک کاذب دارد.
- ✓ در بافت افیتیک کاذب ژیپس بلورهای درشت‌دانه‌های ریز را دربرمی گیرند.
- ✓ در انیدریت دولومیتی یا برعکس، بلورهای انیدریت دسته جارویی و شعاعی در متنی از دولو میت‌های درشت قرار دارند.
- ✓ انیدریت پس از جذب آب و تبدیل‌شدن به ژیپس افزایش حجم می‌یابد (۳۰-۵۰٪)، ساختمان داخلی را متورم کرده و چین‌های پلیسه ای تولید می‌کند. ژیپس نیز با آب‌زدایی به انیدریت تبدیل می‌گردد.
- ✓ سنگ‌های تبخیری قابلیت انحلال شدیدی دارند.
- ✓ ساختمان‌های مجازی (پسودومورف) به ساختمانی گفته می‌شود که یک کانی در قالب کانی دیگر وجود داشته باشد.
- ✓ اگر آثار و بقایای کانی اصلی (میزبان) در محل اصلی خود باقی‌مانده باشد، ساخت‌های باقیمانده تشکیل می‌شوند.
- ✓ نمک‌ها در اثر حرارت و فشار جریان می‌یابند و جابجا می‌شوند که به این حرکت جریان پلاستیکی می‌گویند.
- ✓ منشأ سنگ‌های تبخیری از آب‌های شور و غلیظ (براین) است که یا از آب دریا نتیجه شده است (کولاب‌ها) یا در حوضه‌های تبخیری مستقل گرم و خشک تولید می‌شود (گاهی انتشار قطرات آب دریاها در فضا و انتقال ذرات نمک هوا توسط بادها).
- ✓ با تبخیر آب دریا (۵۰٪) کربنات کلسیم و اکسید آهن تشکیل می‌شود که با افزایش درصد تبخیر (۸۰٪) ژیپس و در بالاتر از آن (۹۰٪) هالیت و بیشتر از ۹۰٪ سولفاتها و کلرورمنیزیم ساخته می‌شود و در پایان برمات سدیم و کلرور پتاسیم تشکیل می‌گردند.

- ✓ آب‌های عمیق به‌ندرت تبخیر می‌شوند و تشکیلات تبخیری آن‌ها با استروماتولیت، ترک‌های گلی و ریپل مارک‌ها همراه است (عمق کم).
- ✓ دو مدل رسوبی برای تشکیل تبخیری‌ها وجود دارد، رسوب تبخیری‌ها در عمق کم دریاچه‌های آب‌شور یا کولابی و تبخیر آب شوری که از زیرزمین به سطح می‌رسد (سابخا یا پلایا).
- ✓ فسفریت ها ۵۰٪ آپاتیت و یا بیشتر از ۱۹/۵(P_2O_5) دارند.
- ✓ در رسوبات فسفاتیک، مقدار ترکیبات فسفر دار قابل ملاحظه و دارای ارزش اقتصادی است.
- ✓ اگرP_2O_5 بیش از ۱۹/۵٪ باشد فسفریت و اگر بیش از ۷/۸٪ (۲۰٪ آپاتیت) ترکیبات فسفاتی را می‌سازد.
- ✓ رسوبات فسفات دار یا از ابتدا فسفاتی بوده‌اند (طبقات فسفات دار) و یا بعدها فسفاتی شده اند (نودولهای فسفاته درون طبقات).
- ✓ معمول‌ترین کانی فسفر دار آپاتیت (فسفات کلسیم) است که دارای مشتقاتی از قبیل فلوئوروآپاتیت، کلروآپاتیت و هیدروکسید آپاتیت است که فلوئور آپاتیت معمولاً آذرین بوده و باثبات‌ترین آن‌ها است.
- ✓ فسفات‌ها به صورت لایه‌لایه سیاه، به‌صورت کنگلومرا، در قالب صدف‌ها و اسکلت‌ها و سیمان سنگ‌ها و نودولهای پراکنده در کربنات‌ها یافت می‌شوند.
- ✓ رسوبات فسفات دار در بخش‌های کم عمق دریاها به‌صورت نودول همراه با پوششی از خرده صدف‌ها دیده می‌شوند، درحالی‌که در مناطق عمیق به‌صورت نودول همراه با پوششی از اکسید منگنز تشکیل شده و برجا هستند.
- ✓ بین فسفات‌ها و مواد آلی رابطه ژنتیک داریم، یعنی هر دو در محیط احیایی و بی‌هوازی و در حدفاصل محیط‌های عمیق و کم عمق یافت می‌شوند.
- ✓ فسفریتها نیز دو نوع‌اند: فسفریتهای مناطق عمیق (نودول+گلوکونیت و ماسه) و فسفریتهای مناطق عمیق (به‌صورت مطبق و لامینه ای و غنی از P2O5).
- ✓ بین رخساره‌های فسفاتیک و آهندار تشابه و اشتراک زیادی وجود دارد (عمیق و کم عمق).
- ✓ فسفات‌ها بیشتر به‌صورت رسوب اولیه تشکیل می‌شوند.

- ✓ در آرایش (پکینگ) دانه‌ها حداکثر تخلخل ۴۷/۵٪ در آرایش مکعبی و حداقل تخلخل ۲۶٪ در آرایش لوزی شکل یا رومبوهدرال است.

- ✓ رسوبات نارس دارای کانی ناپایدار زیاد هستند و دانه‌های زاویه‌دار (گردشدگی بد)، دانه‌های مختلف الاندازه (جورشدگی بد) در آن دیده می‌شود.
- ✓ بافت معکوس (در جورشدگی) ناشی از مخلوط شدن رسوبات جور و ناجور بر اثر طوفان یا جریان آشفته و گلی (قطعات گردشده در ماتریکس رسی) ایجاد می‌شود.

۰-۰/۳ سانتیمتر	لامینه ظریف
۰/۳-۱ سانتیمتر	لامینه
۱-۳ سانتیمتر	لایه خیلی نازک
۳-۱۰ سانتیمتر	لایه‌نازک
۱۰-۳۰ سانتیمتر	لایه متوسط
۳۰-۱۰۰ سانتیمتر	لایه ضخیم
بیش از ۱۰۰ سانتیمتر	لایه خیلی ضخیم

- ✓ ساختمان‌های رسوبی اولیه فلوت مارک‌ها (گودی قاشقی شکل که با شستشوی جریان‌ها تشکیل می‌شود)، گروومارک ها(گودی طویل و مستقیم که بر اثر جریان ایجاد می‌شود)، تول مارک‌ها (فرسایش مواد حملی با جریان)، لودکستها (فشار و فرورفتن طبقات بالایی در طبقه زیری)، ریپل مارک‌ها (موجی شکل، در سطح رسوبات، بر اثر عمل آب یا باد، قرینه و غیر قرینه)، گریددبدینگ (دانه تدریجی) و کراس بدینگ (مورب یا متقاطع، آب کم عمق)، می‌باشند.
- ✓ ساختمان‌های رسوبی ارگانیکی شامل، تراس فسیل، فرات، اثر ریشه گیاهان، ساختمان‌های ریفی (بایوهرم و بایوستروم)، استروماتولیتی (ارگانیکی جلبک‌ها همراه با لامیناسیون)، است.
- ✓ ساختمان‌های رسوبی شیمیایی کنکرسیون و سپتاریا (گلوله کروی رس با ترک‌های پرشده از کلسیت)،ژئوپتال (صدف پر شده با رس در پایین و کلسیت در بالا)، ژئود و استالاگتیت و استالاگمیت (کربناته، در غارها)، استیلولیت (کنتاکت زیگزاگی، گاهی همراه با ناخالصی‌ها)، می‌باشند.
- ✓ بافت سنگ‌های تخریبی دانه‌درشت، متوسط و ریز و خیلی ریز می‌تواند باشد.
- ✓ بافت‌های غیر تخریبی بی‌شکل، فیبری، اسفرولیتی، االیتی، پیزولیتی،پلتی است.
- ✓ اندازه االئیدها، ۲-۱/۴ میلی‌متر، اندازه پیزولیت ها بیشتر از ۲ میلی‌متر و اندازه پلت ها ۰/۱۵-۰/۳۰ میلی‌متر است.

- ✓ لیتوکلاست، قطعات تخریبی با قطر بیشتر از ۲ میلی‌متر هستند که جنس، آهکی یا دولومیتی در کنگلومراها و برش‌ها دارند.
- ✓ سنگ‌ها یا روداسه (قطر بیشتر از ۲ میلی‌متر و معدل کنگلومرا) یا آرناسه (قطر ۱/۱۶-۲ میلی‌متر و معادل ماسه) و یا لوتاسه (قطر کمتر از ۱/۱۶ و معادل سیلت و رس) هستند.
- ✓ کنگلومرا و برش با ماتریکس سیلت و ماسه مبین رسوبات رودخانه‌ای و با ماتریکس سیلت و رس مبین رسوبات یخچالی و ریزش‌های دریایی هستند.
- ✓ در کنگلومرای پترومیکتیکی (از ارتوکنگلومراها) اگر قلوه‌ها گرانیتی باشند، مبین فرسایش سریع و بالاآمدگی در پوسته است و اگر آهکی باشند مبین بالاآمدگی یا گسل خوردگی سریع در منطقه است.
- ✓ آرکوز منشأ آذرین، کوارتز آرنایت منشأ رسوبی (یا آذرین و دگرگونی همراه با فرسایش طولانی) و فیلارنایت منشأ دگرگونی دارد.
- ✓ کوارتز آرنایت در محیط پرانرژی (آب کم عمق و باد) تشکیل شده و سیمان آن اکثراً سیلیسی و گاهی کلسیتی است.
- ✓ آرکوز در محیط‌هایی با رسوبگذاری سریع (عدم تجزیه فلدسپات) نظیر رودخانه‌ها تشکیل می‌شود.
- ✓ گریواک در اثر حرکات توربیدیته در محل برخورد قاره‌ها به وجود می‌آید (رسوبگذاری خیلی سریع).
- ✓ اگر کوارتز آرکوز دارای انکلوزیونهای مایع بود، نشان از منشأ گرانیتی آن دارد که در این صورت با کانیهای آذرین همراه است.
- ✓ ماسه‌هایی که سریعاً حمل شده و ماتریکس کم و کربناته زیادی دارند، دارای منشأ دریایی هستند.
- ✓ Rock flour از طریق مکانیکی تشکیل شده است و دارای کوارتز و فلدسپات و مسکویت و بیوتیت است. با کانیهای آذرین همراه است و جزء سنگ‌های رسی است.
- ✓ رنگ قرمز کلیستونها به خاطر اکسید آهن، سیلیس زیاد و کربنات کم است.
- ✓ سیمان ماسه‌سنگ‌ها از ته‌نشینی محلول بین ذرات یا از پخش مجدد بعضی مواد اصلی حاصل می‌گردد.
- ✓ در مناطق خشک، اثر نیروی تبخیر و مویینگی باعث بالا آمدن آب دارای املاح و تبخیر آن و سیمانی شدن سنگ‌های سطح می‌گردد.
- ✓ کالیچ از سنگ‌های آهکی داری تبخیری همراه با اثر مویینگی است (همین‌طور ژیپس در سبخاها).

- ✓ منشأ سیمان سیلیسی سنگ‌ها یا انحلال ذرات کوارتز تخریبی در محل کنتاکت و تماس آن‌ها با هم است و یا تولید محلول سیلیسی از محلول‌های داخل منافذ کوارتز است، همچنین تبلور شیشه آتش‌فشانی باعث ایجاد سیلیس اضافی برای سیمان است.
- ✓ سیمان‌های دیگری که برای ماسه‌سنگ‌ها غیر از سیلیس و کوارتز وجود دارد، اکسید آهن، سیدریت، باریت و ژیپس است.
- ✓ شرایط ته‌نشین شدن کربنات کلسیم به‌صورت کلسیت، آب‌های گرم، آلکالینیته بالا (PH بیشتر از ۷)، فوق اشباع، فراوانی یون‌های سولفات در محلول است.
- ✓ مقدار منیزیت به حرارت آب بستگی دارد (نسبت مستقیم).
- ✓ انکریت؛ دولومیت دارای فرمول $Ca_2MgFe(CO_3)_4$ است.
- ✓ سنگ‌های آهکی بدین گونه تقسیم می‌گردند، کالسی لوتایت (قطر کمتر از ۱/۱۶)، کالکارنایت (قطر بین ۱/۱۶-۲ میلی‌متر) و کالسی رودایت (قطر بیشتر از ۲ میلی‌متر).
- ✓ سنگ‌های آهکی را می‌توان به سه دسته دارای آلوکم و اسپاریت، دارای آلوکم و میکریت و بدون آلوکم و فقط میکریت تقسیم کرد.
- ✓ بایولیتایت سنگی از اسکلت گیاهان و جانوران در جا است که در مغزه ریفها مشاهده می‌شود و شامل بایوهرم و بایوستروم می‌گردد.
- ✓ مبنای تقسیم‌بندی فولک برای سنگ‌های آهکی، ژنتیک، بافت و انرژی محیط است.
- ✓ به کار بردن میکریت معرف، انرژی کم محیط و امواج کم قدرت (عدم خروج ماتریکس) است.
- ✓ سنگ حاوی اسپاریت گرینستون خواهد بود.
- ✓ مادستون و وکستون در محیط کم انرژی و گرینستون در محیط پرانرژی تشکیل‌شده‌اند.
- ✓ اائید سطحی فقط دارای یک‌لایه سطحی (دور هسته) است.
- ✓ انکولایت یا پیزولیت جلبکی، ساختمان‌های متحدالمرکز بزرگتر از اائیدها هستند که بیشتر جلبک‌ها در آن‌ها شرکت می‌کنند (یک هسته آهکی بدون ساختمان داخلی)
- ✓ آ نکولیت در آب کم عمق (کم انرژی+پرانرژی) تشکیل می‌گردد.
- ✓ گاهی پیزولیت دارای منشأ غیر آلی است (محیط وادوز).
- ✓ میکرواسپار کریستالهای کربناته بین ۵-۱۵ میکرون است (بین میکریت و اسپاریت).

- ✓ میکریت بیشتر از آراگونیت و کلسیت پر منیزیم تشکیل شده که پس از دیاژنز به کلسیت کم منیزیم تبدیل می‌گردد.
- ✓ بعضی میکریتها در اثر رسوب شیمیایی یا افزایش حرارت و شوری آب و کاهش فشار دی اکسید کربن حاصل می‌گردند (دریاچه‌ها).
- ✓ سیمان‌ها و محیط‌های مختلف (کربناته)
- ✓ انواع سیمان‌ها عبارت‌اند از:
- ✓ منیس کوس: در وادوز (بالای سطح آب زیرزمینی) و تپه‌های ماسه‌ای و فقط در محل تماس ذرات با هم دیده می‌شود.
- ✓ پندنت (گراویتی شنال یا میکرواستالاکتیت): در منطقه وادوز در زیر الو کم‌ها یا ذرات تشکیل دیده می‌شود.
- ✓ دراسی (Drusy) یا دروزی: دانه‌های عمود بر دانه اصلی است و در محیط فراتیک متئوریک (شیرین) تشکیل می‌شوند.
- ✓ ایکوئنت(Equent) یا سیمان بلوکی: اندازه بلورها برابر است. در محیط آب شیرین و زیر سطح آب زیرزمینی و گاهی محیط عمیق فراتیک تشکیل می‌گردد.
- ✓ سیمان حاشیه‌ای (rim): در جهت نورانی بلورهای موجود رشد کرده است و یک rim در اطراف دانه اصلی ساخته است. در محیط عمیق و گاهی در محیط کم عمق تشکیل می‌شود.
- ✓ سیمان فراگیرنده (پوئی کیلوتوپیک): سیمان با بلورهای خیلی درشت و فراگیرنده است و در محیط فراتیک و عمیق تشکیل می‌شود.
- ✓ سیمان سوزنی (سیرکوم گرانولار): سوزن‌های یکسان عمد بر دانه‌ها است و در محیط فراتیک دریایی تشکیل می‌شود.
- ✓ سیمان ستونی(Columnar): عمود بر سطح دانه‌ها است و در محیط مخلوط آب شیرین و شور و دریایی تشکیل می‌شود.
- ✓ سیمان سادل یا باروق (Saddle or baroque): بلورهای درشت با خاموشی موجی هستند و در محیط‌های عمیق تشکیل می‌شوند.
- ✓ سیمان اسپاری کلسیت: بلورهای درشت و هم بعد هستند که در محیط عمیق تشکیل می‌شوند.
- ✓ سیمان پلوئیدال (Ploidal): بلورهای ریز میکروکریستالین که دانه‌ها را می‌پوشانند است و در محیط فراتیک دریایی تشکیل می‌شوند.

- ✓ سیمان ویسکر: در منطقه وادوز تشکیل می‌شود.
- ✓ سیمان میکریت: در منطقه فراتیک دریایی تشکیل می‌شوند.
- ✓ ۴ مدل تشکیل دولومیت عبارت‌اند از:
- ✓ مدل سبخا: نفوذ آب دریا به منطقه بالای جز رو مد و مهاجرت یون‌های آب به بالا در فصول گرم، اختلاط آب‌شور و شیرین و تشکیل دولومیت به ترتیب رخ می‌دهند.
- ✓ مدل رفلکس (see page): ورود یک‌جانبه آب دریا به لاگون، تبخیر شدید و افزایش غلظت آب و ته‌نشینی رسوبات و تشکیل دولومیت به ترتیب انجام می‌شوند.
- ✓ مدل میکسینگ (Mixing zone): آمیخته شدن آب زیرزمینی منیزیم بالا و آب دریا با منیزیم کم (نواحی کم عمق)، این مدل را دورگ هم نام داده‌اند.
- ✓ مدل بوریال یا تدفینی: تأثیر مایعات پر منیزیم حاصله از رسوبات شیل روی رسوبات آهکی متخلخل مجاور.
- ✓ دولو میت‌های سبخا ضخامت کمتر و بلورهای بسیار ریز دارند.
- ✓ دولو میت‌های رفلکس وسعت بیشتر داشته و همراه رسوبات تبخیری هستند.
- ✓ تخلخل ثانویه (بعد از دیاژنز) در نزدیک سطح زمین ایجاد می‌شود (مرحله دیاژنتیکی ائوژنتیک، مزو یا تلوژنیک) یا بالاآمدگی.
- ✓ چند نوع تخلخل‌های مهم عبارت‌اند از:
- ✓ تخلخل چشم پرنده‌ای (فنسترال): اولیه، در منطقه بالای جزر و مد، گسترش در امتداد لایه‌ها، در تراورتن ها.
- ✓ تخلخل شلتر یا پناهگاهی: اولیه و بین‌ذره‌ای، در زیر صدف‌ها.
- ✓ تخلخل ووگ (vug): حفرات کروی، در کربنات‌ها، از توسعه تخلخل قالبی یا به هم پیوستن حفرات کوچک.
- ✓ تخلخل انحلال ماتریکس
- ✓ تخلخل برشیا (Breecia): بین‌دانه‌ای، در مسیر گسل‌ها، در کربناته یا تخریبی.
- ✓ تخلخل بارو ((Burrow: از فعالیت ارگانیزم‌ها، در کربنات‌های قدیمی و ماد ستون‌ها.
- ✓ خاک‌ها ته‌نشسته‌ای سستی هستند که مدت زیادی از تجمع آن‌ها نگذشته است.
- ✓ چرت ته‌نشسته‌ای سیلیسی دارای طبیعت رسوبی (سیلیسی کرمی شکل) هستند.
- ✓ هماتیت در شرایط اکسیداسیون شدید، سیدریت در احیاکنندگی متوسط و پیریت در احیاکنندگی متوسط تا قوی پایدار است.

- ✓ حمل‌ونقل رسوب آهن، در آب زیرزمینی (نمک آهندار) و در دریاها (فلوکولاسیون) یا در آب‌های سطحی (هیدروکسید آهن (III)) و در دریاچه‌ها و باتلاق (شاموزیت) و یا در رودها (اکسید سه‌ظرفیتی هیدروسل) انجام می‌شود.
- ✓ سیلیکات‌های آهن و آلومینیوم در شرایط گرم و مرطوب و PH=4/5-5 سیلیس از دست داده و هیدرات آهن و آلومینیوم در PH=7-8 (رودخانه و دریا) رسوب کرده و لاتریت یا بوکسیت را می‌سازند.
- ✓ آنالسیت و پسیولیت دو رسوب تبخیری پلایا هستند.
- ✓ در خاک رس نسبت $SiO_2/Al_2O_3+Fe_2O_3$ و در لاتریت کمتر از ۱/۳ است.
- ✓ مهم‌ترین هیدروکسیدهای آلومینیوم، گیبسیت ($Al(OH)_3$)، بوهمیت (AlOOH)، دیاسپور و کرندوم Al_2O_3 هستند. فراوانی گیبسیت<دیاسپور<بوهمیت است.
- ✓ زغال‌سنگ از بقایای گیاهان در محیط احیا به وجود آمده است و عوامل مؤثر در تشکیل آن حرارت و فشار و زمان است.
- ✓ سه نظریه زیر برای تشکیل زغال‌سنگ ارائه شده است، آلوکتونوس (نابرجا)، اتوکتونوس (برجا) و سمی آلوکتونوس یا نیمه انتقالی (پیشروی دریا).
- ✓ گیاهان پوسیده← لیگنیت← زغال بیتومینوز← آنتراسیت (زغال‌سنگ).
- ✓ انواع تله‌های نفتی،طاقدیس‌ها، گنبدهای نمکی، گسل خوردگی‌ها و دگرشیبی ها است.
- ✓ انواع گنبدهای نمکی عبارت‌اند از: کم عمق (در عمق ۱ کیلومتری)، متوسط (در عمق ۱/۵ کیلومتری) و عمیق (عمق بیش از ۱/۵ کیلومتری).
- ✓ از گرووکست نمی‌توان جهت جریان قدیمی را تعیین کرد.
- ✓ پایداری و به عبارتی فراوانی در سنگ‌های قدیمی کلسیت کم منیزیم>کلسیت پر منیزیم>دولومیت>آراگونیت است.
- ✓ فراوانی سنگ‌ها در توالی‌های قدیمی شیل>ماسه>آهک>کنگلومرا است.
- ✓ دیس میکریت، ساختمان یک میکرایت وقتی‌که به‌واسطه وجود دانه‌های مدفوعی یا حباب‌های گاز یا تجدید تبلور ناقص و غیریکنواخت تشکیل می‌شود.
- ✓ کائولینیت در دریاچه آب شیرین به علت عبور رودها از روی آن و حذف کاتیون‌های رسی، تنها کانی رسی باقیمانده است.

- ✓ دو عامل عمده در افزایش سیلیس محلول در آب و تشکیل سنگ‌های سیلیسی در دریا مؤثرند، آب‌وهوای گرم و مرطوب در زمین‌های مجاور و اتشفشان های زیردریایی.
- ✓ سنگ‌های سیلیسی در PH=7-9 رسوب می‌کنند و در غیر این صورت انحلال می‌یابند.
- ✓ در زون EH=0 کانیهای آهن، شاموزیت و گلوکونیت تشکیل می‌شوند.
- ✓ کنگلومرای قاعده‌ای عموماً از نوع الیگومیکتیک (یک جنسی) است.
- ✓ االیت کاذب باهامیت بدون ساختمان پوششی در اطراف هسته است.

فهرست منابع سنگ‌شناسی رسوبی:

۱- سنگ‌شناسی رسوبی تاکر، دکتر حرمی و دکتر محبوبی - جهاد دانشگاهی مشهد
۲- سنگ‌شناسی (جلد ۱ و ۲)، دکتر سرابی، دکتر ایران پناه و دکتر زرعیان - دانشگاه تهران
۳- جزوه سنگ‌شناسی رسوبی دکتر لاسمی
۴- جزوه سنگ‌شناسی رسوبی دکتر باقری
۵- جزوه سنگ‌شناسی رسوبی دانشگاه شاهرود
۶- سنگ‌شناسی رسوبی، حسین پروین - دانشگاه پیام نور